ÖKOLOGISCHE STUDIEN ÜBER DIE ZIKADENFAUNA DER MAINZER SANDE*).

Aus dem Zoologischen Institut der Universität Mainz,
Direktor: Professor W. VON BUDDENBROCK.

Von LISELOTTE WONN.

INHALTSVERZEICHNIS.

*) Gekürzte Dissertation der Naturwiss. Fakultät der Joh.-Gutenberg-Universität Mainz, 1953.

KAPITEL I.

Neuere Arbeiten über Zikaden.

In der neueren ökologischen Literatur finden die Zikaden zunehmende Beachtung. Neben solchen biozönotischen Arbeiten, die mit allen Lebewesen eines Biotopes zusammen auch die Zikaden behandeln (wie TISCHLER, 1948 und 1952, RABELER, 1947, KROGERUS, 1932, KÜHNELT, 1944), gibt es andere, die sich nur mit den Zikaden eines bestimmten Biotopes beschäftigen (KUNTZE, 1937 und KONTKANEN, 1951).

Die genannten Autoren bearbeiteten meist größere Lebensräume, wie Triebsandgebiete und Dünen an der Ostseeküste, offenes Gelände in Nordkarelien, Wallhecken in Schleswig-Holstein, Ruderalstellen bei Kiel, Calluna-Heiden Norddeutschlands oder Vegetationsgürtel in den Alpen. Es ist mit eine Aufgabe der vorliegenden Arbeit zu zeigen, daß man eine Tiergruppe wie die Zikaden auch auf kleinerem Raum ökologisch untersuchen kann.

Die Zikaden des Mainzer Beckens waren schon mehrfach Gegenstand faunistischer Untersuchungen. Vor rund 90 Jahren erschien eine für die Gegend grundlegende Arbeit von KIRSCHBAUM, 1868. KIRSCHBAUM stellte eine umfangreiche Faunenliste auf und gab zugleich für jede von ihm erwähnte Art einen Bestimmungsschlüssel. Neben Fundort und -datum gibt KIRSCHBAUM in dieser Arbeit auch ökologische Hinweise, die den Lebensraum und die Art des Auftretens beschreiben.

Die Arbeit WAGNERS, 1939, über die Zikaden des Mainzer Beckens stellt eine Fortsetzung der Arbeit KIRSCHBAUMS dar. WAGNER erweiterte die Artenliste und revidierte zugleich die KIRSCHBAUMschen Arten. Alle

Angaben über die einzelnen Arten auch die ökologischen sind in dieser Arbeit vollständiger.

Während die beiden genannten Arbeiten über die Zikaden des Mainzer Beckens faunistisch-systematischer Natur sind, steht bei der hier vorliegenden Arbeit die Ökologie der Zikaden im Vordergrund. Dies vor allen Dingen aus folgenden Gründen: Einerseits sind bis jetzt nur wenig Biotope auf Zikaden untersucht, viele Arbeiten bringen nur spärliche oder überhaupt keine Angaben über die Zikaden des untersuchten Lebensraumes; andererseits bieten die Sandflächen bei Mainz ein einmaliges und interessantes Untersuchungsgebiet, dessen Biotope geradezu zum ökologischen Arbeiten einladen. Meines Wissens gibt es bisher keine ökologische Arbeit über die Zikaden der Mainzer Sande.

KAPITEL II.

Das Untersuchungsgebiet.

1. Allgemeine und morphologische Charakterisierung.

Geographische, klimatische und edaphische Faktoren bewirkten die Erhaltung eines eigenartigen Gebietes, das als Untersuchungsgebiet hier vorliegt: Der Mainzer Sande.

Während und kurz nach Beendigung der Eiszeit entstanden, gehören diese zu den oberrheinischen Flugsanden, die sich von Rastatt über Mannheim und Darmstadt bis westlich Mainz erstrecken. Der nördliche Teil der Rheinsande ist vor allem durch seinen hohen Kalkgehalt und deshalb basischen Charakter gekennzeichnet (pH 7,5—7,9, nach VOLK, 1930). Hinzu kommt eine relativ hohe Trockenheit, da dieses Gebiet zu den regenärmsten in Mitteleuropa gehört (Jahresmittel der Niederschläge für Mainz 490 mm, nach POLIS aus VOLK, 1930). Die nördlichen Rheinsande tragen in den nicht bewaldeten Teilen eine nach *Koeleria glauca* und *Jurinea cyanoides* benannte basiphile Pflanzenassoziation.

Die südlichen Teile der rheinischen Flugsande sind weitgehend entkalkt, was in einem höheren Wasserstoffionengehalt des Bodens zum Ausdruck kommt (pH 4,5—4,9, nach VOLK, 1930). Diese Tatsache ist auf die größere dort niedergehende Regenmenge zurückzuführen (Jahresmittel der Niederschläge für Karlsruhe 742 mm, nach POLIS, aus VOLK, 1930). Die freien Sandflächen sind dort mit Vertretern der acidophilen *Weingaertneria-canescens*-Assoziation bestanden. Diese Verhältnisse herrschen im eigentlichen Untersuchungsgebiet auch dort, wo der Boden durch anfallenden Rohhumus angesäuert ist.

Die Mainzer Sande erstrecken sich von den Mainzer Vororten Mombach und Gonsenheim auf schmalem Streifen bis nach Ingelheim. Wo die Mainzer Sande nicht in Kultur genommen sind, tragen sie fast überall den charakteristischen Kiefernwald. Nur wenige und kleine Gebiete sind nie bewaldet gewesen. So kommt es, daß sich in diesen eingesprengten

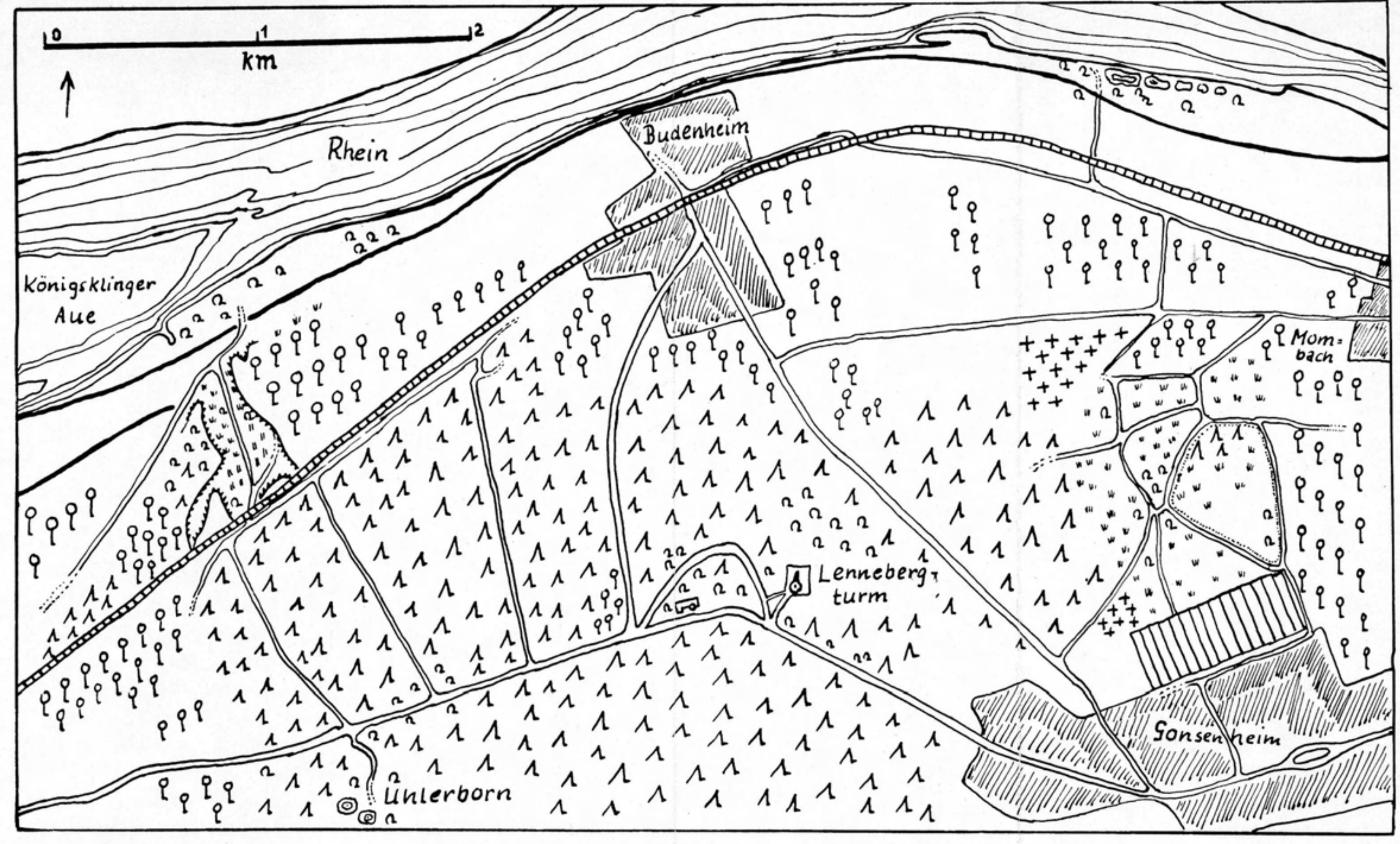


Abb. 1. Die Mainzer Sande zwischen Mombach, Gonsenheim und Uhlerborn.

Zeichenerklärung zu Abbildung 1.

- Rheinstrom.
- Rheindamm.
- Eisenbahn.
- Straßen und Wege.
- Böschung.
- Naturschutzgebiet des Großen Sandes.
- Kiefernwald.
- Laubgehölz.
- Steppenartiges Gelände.
- Feuchtes Gelände.
- Friedhof.
- Schießstände.
- Aussichtsturm auf dem Lenneberg.
- Ortschaften.

Teilgebieten eine nacheiszeitliche Steppenheide halten konnte. Das größte zusammenhängende Steppengebiet stellt der sogenannte „Große Sand“ zwischen Mombach und Gonsenheim dar (Naturschutzgebiet).

Im folgenden wird der Steppenbiotop des Großen Sandes und der sich westlich anschließende Kiefernwaldbiotop bei Uhlerborn näher untersucht. Vergleichsweise wird auch das Rheinufer zwischen Mombach und Budenheim in die Untersuchung mit einbezogen. Hierzu Abbildung 1.

2. Floristisch-faunistische Charakterisierung.

a) Steppenrelikt.

FIRBAS nennt das Mainzer Becken (und das gilt erst recht für den Großen Sand) eine „Steppenflanzendisjunktion“, welche zu den letzten „xerothermen Relikten“ einer einst weiter nach Westen reichenden innerasiatischen Steppe gehört (Lehrbuch der Botanik, 1944). Jedoch kommen hier mit südöstlichen Arealtypen auch südliche und westliche vor.

Onosma arenarium, die hier ihren einzigen Standort in Deutschland hat (SCHMEIL-FITSCHEN, Flora), *Adonis vernalis*, *Scorzonera purpurea*, *Stipa capillata* sowie *Kochia arenaria*, die in Deutschland nur am Oberrhein vorkommt (MEUSEL, 1943), stellen charakteristische Elemente südöstlicher Verbreitung dar. Zu den hier vorkommenden mediterranen Elementen gehört *Phleum arenarium*, zu den atlantischen *Ilex aquifolium* (nach MASSART, aus MEUSEL, 1943).

Ferner ist das Steppenrelikt des Großen Sandes durch ein räumliches Nebeneinander von Sukzessionsstadien besonders eindrucksvoll (KÜMMEL, 1935). Im Südosten beginnt das Gebiet mit freien Sandflächen. Dann folgt etwa halbkreisförmig die Initialphase mit *Salsola kali* und *Corispermum yssopifolium* als typischen Flugsandarten. Schließlich geht die Initialphase in die *Koeleria-glauca*-Assoziation über mit *Artemisia campestris*, *Ononis repens*, *Silene conica*, *Medicago minima* und *Agropyron glaucum*.

Das folgende Stadium faßt KÜMMEL, 1935, als *Alyssum-arenarium -Festuca-glauca*-Subassoziation (des *Xerobrometum rhenanum)* auf. Hier kommen vor: *Peucedanum oreoselinum*, *Thalictrum minus*, *Allium sphaerocephalum*, *Veronica spicata*, *Tragopogon orientalis*, *Anthericum ramosum* und *liliago*, *Euphorbia gerardiana*, *Anemone pulsatilla* und *Eryngium campestre*. Diese Assoziation endet gegen Norden in einem lockeren Kiefernbestand.

Ähnliche Charakterzüge wie die Flora weist auch die Fauna des Gebietes auf. Von den Säugetieren, die den Großen Sand besiedeln, sind zuerst die Kaninchen zu nennen. Sie gehen natürlich auch in die Nachbargebiete hinüber, vor allem in den Kiefernwald, bevorzugen aber hier offenes Gelände. Ihre Fraßspuren hinterlassen sie auch an typischen Steppengräsern, wie *Koeleria glauca* und *Stipa capillata*.

Von den vorkommenden Vögeln ist vielleicht der Wiedehopf, *Upupa epops*, der interessanteste, von dem ein Paar regelmäßig im Großen Sand zu beobachten ist. Diese Art soll in drei Brutpaaren zwischen Mainz und Ingelheim vorkommen (NEUBAUR, Wiesbaden, mündlich).

Außerdem gibt die Heidelerche, *Lullula arborea*, dem offenen Gelände ein typisches Gepräge. Ihr Wohngebiet dehnt sie sogar bis in die anschließenden Obstfelder aus. Ebenso ist der Hänfling, *Carduelis cannabina*, im Gebiet verbreitet.

Unter den Kriechtieren sind die Zauneidechse, *Lacerta agilis*, und die Glattnatter, *Coronella austriaca*, als die charakteristischsten zu nennen.

Die Wechselkröte, *Bufo viridis*, dürfte wohl hier der kennzeichnendste Vertreter der Lurche sein.

Zu gewissen Zeiten ist die Insektenwelt des Großen Sandes sehr formenreich. So kommen hier *Sphingonotus coerulans* (Orth.) und *Notostira erratica* (Het.) vor, die als Flugsandtiere gelten, TISCHLER, 1949. Zu ihnen gesellen sich Bewohner mitteleuropäischer Steppenheiden, wie *Oedipoda coerulescens* (Orth.), *Cicindela hybrida* und *Notoxus monocerus* (Col.). Andere Insekten bekunden durch ihre Grabfähigkeit ihre Bindung an Sandbiotope: *Maladera holoserica* und *Opatrum sabulosum* (Col.), *Brachypelta aterrima* und *Cydnus flavicornis* (Het.) sowie gewisse Grabwespen. Wieder andere sind durch ihr Larvalleben und ihre Wärmeansprüche an dieses Gebiet gebunden, wie *Anoxia villosa* und der ihm verwandte große Walker (*Polyphylla fullo*, Col.). Als besonders häufiger und charakteristischer Käfer ist noch *Coptocephala mufasciata* zu erwähnen.

Unter den zahlreichen Spinnenarten fallen die Zebraspinne (*Argiope*) und einige Krabbenspinnen (Thomisidae) besonders auf.

Typisch ist auch das Vorkommen der Schnecke *Zebrina detrita*.

Nördlich geht das eigentliche Steppenrelikt in ein Gebiet über, das ehemals mit Obstbäumen und Beerensträuchern bepflanzt war, aber seit 1938 der Natur wieder überlassen ist. Der Boden ist hier mit Grasnarbe bedeckt. Bestände mit *Calamagrostis epigeios*, andere mit *Erophila verna* zeigen einen sinkenden Nährstoffgehalt des Bodens an. Dem eintönigen Florenbild entspricht die völlig verarmte Fauna. Oedipodinen gehören zu den mit einer gewissen Stetigkeit verbreiteten Insekten.

Westlich schließt sich, ehe der Kiefernhochwald beginnt, ein Geländestreifen an, der bis 1938 mit Kiefernwald bedeckt war. Eiche, Schlehe, Rose und Robinie bilden hier ein lockeres bis geschlossenes Buschstadium. An einigen Stellen der Krautschicht herrscht *Thymus angustifolius* vor. Besonders an der Grenze zum Kiefernhochwald finden sich ganze Bestände von *Geranium sanguineum* und *Anemone silvatica*.

Die Kleintierwelt ist hier wieder mannigfaltiger als in den ehemaligen Obstgärten. *Phanoptera falcata*, *Tettigonia viridissima* und *Liogrillus campestris* (Orth.) und *Spilostethus equestris* (Het.) findet man hier häufiger.

Wie diese kurze Zusammenstellung der Floren- und Faunenelemente zeigt, eignet dem Gebiet eine einzigartige Artenkombination, bei der typische Flugsand- und Steppenarten eine maßgebliche Rolle spielen.

b) Kiefernwald.

Westlich des Großen Sandes erstreckt sich Kiefernwald bis über Uhlerborn hinaus. Das Waldgebiet zwischen Schloß Waldthausen und dem Bahnhof Uhlerborn, sowie Teile nördlich der Bahnlinie und das Grenzgebiet zum Großen Sand wurden näher untersucht.

Der Kiefernwald geht ohne eigentliche Randzone in das offene Dünengebiet des Großen Sandes über. Jedoch beherbergen die Kiefern, die ehemals im Innern des Waldes groß geworden waren und nur in der Gipfelregion Seitenäste tragen, einen Waldrandbewohner: Den Baumpieper, *Anthus trivialis.*

Wie schon erwähnt, zählen zu den Tieren, die den ganzen Kiefernwald bewohnen, die Kaninchen, ferner Dachs und Fuchs. Erwähnenswert ist außerdem der Schwarzspecht und die ihm in der Bruthöhle nachfolgende Hohltaube.

Bei genauerer Betrachtung der Kleintierwelt als auch der Flora des Kiefernwaldes muß man der verschiedenen Struktur des Kiefernwaldes Rechnung tragen.

So findet man z. B. kleinere steppenartige Gelände, deren Flora und Fauna denen des Großen Sandes bei Gonsenheim gleichen. An solchen Stellen siedelt eine Steppenvegetation mit *Onosma arenarium*, *Salsola kali*, *Asperula cynanchica* und *Thymus serpyllum.*

Diese Flora beherbergt die entsprechende Insektenfauna: *Cicindela hybrida* (Col.), *Oedipoda coerulescens*, *Conocephalus fuscus* und *Stauroderus vagans* (Orth.).

Waldwege sind bisweilen mit Einzelbüschen von *Sambucus racemosa* und *Lonicera xylosteum* bestanden; ein richtiger Heckensaum fehlt stets. Die Krautschicht setzt sich aus Gräsern, wie *Calamagrostis epigeios*, *Brachypodium pinnatum* und *Festuca ovina* zusammen. Pentatomiden *(Carpocoris fuscispinus*, *Palomena prasina)* und Coreiden *(Syromastes rhombeus*, *Mesocerus marginatus*, letztere an Knöterich), sind hier auffallend zahlreich.

Anders als an lichten Waldstellen und an Waldwegen liegen die Verhältnisse im Kiefernhochwald. Hier kommt an vielen Stellen, besonders wenn diese noch einigermaßen gute Lichtverhältnisse haben, eine kalkliebende Flora auf. Es seien nur einige genannt: *Globularia willkommii*, *Anemone pulsatilla*, *Pimpinella saxifraga* und *Platanthera bifolia.*

Nur wenige Stellen des Kiefernhochwaldes zeigen durch ihre acidophile Bodenflora ein entkalktes Milieu an. Hier findet man nämlich mit *Calluna vulgaris* auch *Genista sagittalis*, *G. pilosa* und *Antennaria dioeca.*

Unter den Insekten des Kiefernhochwaldes sind Cerambyciden eine häufige Erscheinung. *Stenopterus rufus* und *Leptura rubra* trifft man oft auf Blüten. Von den Heteropteren fällt *Rhinocorus iracundus* besonders auf.

Wie beschrieben, bestimmen also zwei Komponenten den Kiefernwald, eine acidophile Gesellschaft als Kiefernwaldbegleiter und eine basiphile Gesellschaft, die bisweilen einer Steppengesellschaft gleicht. Dieser historisch bedingte Dualismus kennzeichnet den gesamten Kiefernwald der Mainzer Sande. Die ehemalige Steppenaera ist hier noch tiefer verwurzelt, als ein flüchtiger Anblick vermuten läßt.

Eine Entwicklung zum Klimaxstadium deutet sich in einigen Waldteilen nördlich der Bahnlinie an. Wo der Kiefernbestand licht ist, kommt dort auf natürliche Weise neben *Pinus* auch *Quercus* hoch. *Viburnum lantana*, *Berberis vulgaris*, *Lonicera* und *Evonymus* bilden bisweilen ein dichtes Gebüsch. An diesen Laubhölzern, besonders an Eiche, kommt *Phyllopertha horticicola* (Col.) im Vorsommer in großer Zahl vor. Elateriden, wie *Lacon murinus* und *Agriotes lineatus* (Nähe der Felder) sind hier sehr häufig.

Ein als „Schacht" bezeichnetes Gelände nördlich der Bahnlinie entstand 1903 durch Ausschachtung des Sandbodens bis zur Sohle des Rheintales (etwa 6—12 m). Durch diese Entstehung und die tiefe und deshalb feuchte Lage bedingt, beherbergt das Gebiet eine andere Lebewelt als die angrenzenden. *Phragmites communis* wechselt mit *Equisetum hiemale*, *Carex flacca* und *C. panicea*. *Parnassia palustris*, *Lythraea salicaria* und *Blackstonia perfoliata* sind eingestreut.

In trockeneren Zonen ist im Frühjahr *Orchis militaris* und im Herbst *Carlina vulgaris* und *Erythraea centaureum* bildbestimmend. Am trockenen Nordrand der Sande findet sich eine Ackerunkrautgesellschaft, da dort das Gelände während der Nachkriegszeit ein paar Jahre bebaut war. Mit einem lockeren Pappelbestand kommt der Pappelblattkäfer, *Melosoma populi*, in das Gebiet herein.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß im gesamten Untersuchungsgebiet verschiedenartige Biotope vorliegen: Steppenrelikt, Kiefernwald mit basiphilem und acidophilem Unterwuchs und aufkommender Eichenmischwald. Alle lassen sich in eine Sukzessionsfolge eingliedern, die mit der Besiedelung der Initialphase beginnt, über das *Koeleria-glauca*-Stadium und die *Alyssum-arenarium*-Subassoziation zum Kiefernwald und zum Eichenmischwald führt.

KAPITEL III.

Aufgabenstellung.

Eine parallele Bearbeitung des Steppenreliktes und des Kiefernwaldes gestattet einen Überblick über die zönotischen Verhältnisse der Mainzer Sande. Im Hinblick auf die hier näher zu untersuchenden Zikaden können daher folgende Fragen beantwortet werden:

1. Welche Zikadengesellschaften entsprechen den einzelnen Sukzessionen?

2. In welchen Sukzessionsstadien treten die Zikaden am stärksten in Erscheinung?

3. Wie verläuft die Jahresrhytmik der einzelnen Zikadengesellschaften, bzw. welcher Aspekt begünstigt die Entwicklung der Zikaden am stärksten?

4. Ferner drängt sich die Frage nach den unterschiedlichen artverteilenden Faktoren der einzelnen Biotope dem Untersuchenden auf. Die Verhaltensweise der einzelnen Zikadenarten gegenüber den artverteilenden Faktoren ist dann ein weiteres Untersuchungsproblem. Die Frage nach einer evtl. Bindung von Zikadenarten an bestimmte Futterpflanzen nimmt eine besondere Stellung ein.

5. Schließlich sollen biologische und ökologische Einzelbeobachtungen gemacht werden.

KAPITEL IV.

Arbeitsmethoden.

Während der Jahre 1949—1952 unternahm ich etwa 140 Exkursionen in die Mainzer Sande. Diese entfallen zu ungefähr gleichen Teilen auf das Steppenrelikt des Großen Sandes und auf den Kiefernwald bei Uhlerborn. Weitere zehn Exkursionen hatten entweder Vergleichsgebiete, wie den Griesheimer Sand und den Kiefernwald bei Raunheim, oder Nachbarbiotope, wie das Rheinufer zwischen Mombach und Uhlerborn, den Rabengrund bei Wiesbaden und den Ober-Olmer Wald zum Ziel.

Die Zikaden wurden mit dem Kescher gestreift oder mit dem Fangglas von den Futterpflanzen abgelesen. Bei geeignetem Pflanzenbestand wurden quantitative Untersuchungen gemacht, bei denen 50 Kescherschläge als Einheit dienten.

Im Labor wurden die Tiere auf Wärme- und Trockenresistenz untersucht. Die entsprechenden Versuchsanordnungen sind in den dazugehörigen Kapiteln beschrieben.

Tabellen von HAUPT, WAGNER und RIBAUT wurden zur Bestimmung der Zikadenarten benützt.

An dieser Stelle möchte ich allen denjenigen danken, die durch ihre Unterstützung zum Gelingen dieser Arbeit beitrugen. Die Anregung zur Entstehung dieser Arbeit verdanke ich Herrn Prof. VON BUDDENBROCK, Direktor des Zoologischen Institutes der Universität Mainz. Herr Prof. VON BUDDENBROCK ist mir während der Zeit meiner wissenschaftlichen Arbeiten ein steter Berater und Helfer gewesen. Für seine Großzügigkeit, mit der er mir immer entgegentrat, möchte ich ihm hier nochmals herzlich danken.

Ferner möchte ich Herrn Privatdozenten Dr. SCHALLER, Mainz, danksagen, der mich im ökologischen Arbeiten anleitete. Durch seine Ratschläge, sowie durch die Überlassung seiner eigenen ökologischen Arbeiten, stellte er sich in den Dienst meiner Sache.

Herrn Prof. RIBAUT, Toulouse, danke ich für die Kontrollbestimmung der von mir bearbeiteten Zikadenarten und für die Überlassung vieler seiner systematischen Arbeiten.

Ebenso danke ich Herrn W. WAGNER, Hamburg, für die briefliche Mitteilung über die Verbreitung einiger Zikadenarten und für die Zusendung von zwei seiner neueren Arbeiten.

Dem Herausgeber, Herrn Oberstudiendirektor Dr. HEINECK, Wiesbaden, schulde ich Dank für seine Bemühungen um die Drucklegung.

KAPITEL V.

Die Zikaden des Untersuchungsgebietes.

1. Faunenlisten.

a) Steppenrelikt.

Die mit + versehenen Arten und *Euscelis variegatus* KB. wurden auch auf dem Griesheimer Sand bei Darmstadt gefunden (7. Juni 1950).

Tachycixius pilosus OL.
Stenocranus minutus F.
Calligypona pellucida F.
,, *sordidula* STAL.
,, *aubei* PERR.
,, *exigua* BOH.
Dictyophora europaea L.
Agallia venosa FALL.
Empoasca dumosa RIB.
Typhlocyba rosae EDW.
Erythroneura flammigera GEOFFR.
,, *rhamni* FERR. sens RIBAUT.
Dicraneura aureola FALL.
Aphrodes bicinctus SCHRK. +
,, *fuscofasciatus* GOEZE. +
Euacanthus interruptus L.
Eupelix cuspidata F.
Penthimia nigra var. haemorhoea SCHRK.
Doratura stylata BOH. +
,, *homophyla* FLOR. +
,, *exilis* HORV.
Deltocephalus pulicaris FALL.
Jassargus obtusivalvis KB.
,, *pseudocellaris* FLOR.
Turrutus socialis FLOR.
Arocephalus languidus FLOR.
Psammotettix cephalotes H. S. +
,, *scutuliferus* W. WGN.
Mocuellus collinus BOH. +
Graphocaerus ventralis FALL.
Euscelis plebejus FALL.
Laburrus impictifrons BOH.
Artianus interstitialis GERM.
Athysanus argentatus FALL.

Mocydia crocea H. S.
Mocydiopsis attenuata RIB.
Macrosteles laevis RIB. +
Balclutha punctata THUNB.
Philaenus spumarius L. +
Neophilaenus campestris FALL. +
Lepyronia coleoptrata L.
Cercopis vulnerata ILLIG.

Diese 42 Arten verteilen sich auf folgende Familien:

Cixidae	1
Delphacidae	5
Dictyophoridae	1
Typhlocybidae	5
Jassidae	27
Cercopidae	4

b) Kiefernwaldgebiet.

Die mit + versehenen Arten und *Issus coleoptratus* GEOFFR. wurden auch im Raunheimer Kiefernwald bei Darmstadt festgestellt (17. Juni 1950). Die mit * und * * versehenen Arten sind neu für Deutschland. *Deltocephalus schmidtgeni* W. WGN. wurde am 24. August 1951 in einem Pflanzgarten bei Uhlerborn erbeutet, 2 ♂♂. *Limotettix intractabilis* KONTK. wurde am 7. Juni 1951 am Nordrande des Schachtes bei Uhlerborn erbeutet, 1 ♂.

Kelesia ribauti W. WGN. sens RIBAUT.
Stenocranus minutus F.
Eurysa lineata PERR. +
Metropis maura FIEB. sens RIBAUT.
Calligypona pellucida F.
,, *elegantula* BOH.
,, *albicollis* MOTSCH.
,, *exigua* BOH.
Agallia venosa FALL.
Alebra wahlbergi BOH.
Empoasca dumosa RIB.
Eupterix atropunctata GOEZE.
Erythroneura parvula BOH.
,, *flammigera* GEOFFR.
Dicraneura aureola FALL.
,, *variata* HARDY.
,, *forcipata* FLOR.
,, *mollicula* BOH.
Aphrodes bicinctus SCHRK.
,, *trifasciatus* FOURC.
,, *fuscofasciatus* GOEZE.
Euacanthus interruptus L.
Cicadella viridis L. +
Eupelix cuspidata F.
Grypotes puncticollis H. S.

Fieberiella flori STAL.
Doratura stylata BOH.
,, *homophyla* FLOR.
Deltocephalus schmidtgeni W. WGN. *
Limotettix intractabilis KONTK. * *
Jassargus obtusivalvis KB.
,, *pseudocellaris* FLOR.
Errastunus ocellaris FALL.
Psammotettix cephalotes H. S.
Graphocaerus ventralis FALL. +
Streptanus marginatus KB. +
Allygus mixtus F.
,, *modestus* SCOP.
Thamnotettix confinis ZETT. +
,, *dilutior* KB. +
Mocydia crocea H. S.
Mocydiopsis attenuata GERM.
Rhapolopyx vitripennis FLOR.
Elymana sulphurella ZETT.
Macrosteles laevis RIB.
Balclutha punctata THUNB. +
Philaenus spumarius L.
,, *minor* KB. +
Cercopis vulnerata ILLIG.
,, *dorsata* GERM. +

Diese 50 Arten verteilen sich auf folgende Familien:

Delphacidae 8
Typhlocybidae 9
Jassidae 29
Cercopidae 4

c) Rheinufer.

Die mit + versehenen Arten kommen auch im Schacht vor.

Calligypona pellucida F.
,, *sordidula* STAL.
Dictyophora europaea L. +
Idiocerus stigmaticalis LEW.
,, *ustulatus* M. R. +
Aprodes bicinctus SCHRK. +
Cicadella viridis L. +
Doratura homophyla FLOR.
Errastunus ocellaris FALL. +
Athysanus argentatus F.
Macrosteles laevis RIB. +
Balclutha punctata THUNB. +
Sagatus punctifrons RIB.
Philaenus spumarius L. +
Aphrophora alni FALL. +
,, *salicina* GOEZE. +

Diese 16 Arten verteilen sich auf folgende Familien:

Delphacidae	2
Dictyophoridae	1
Jassidae	10
Cercopidae	3

2. Verteilung der Zikaden im Steppenrelikt.

a) Zeitliche Gliederung.

Betrachtet man die Zikadenzönose des Großen Sandes im Laufe eines Jahres, so ist eine markante Aspektfolge festzustellen.

Kaum sind die ersten Küchenschellen und Adonisröschen erblüht, so erscheinen auch schon die ersten Zikaden. Dieser Vorfrühlingsaspekt beginnt Ende März mit *Mocydia crocea* und *Erythroneura flammigera*, die man unter einzelstehenden Kiefern erbeuten kann. Beide Arten überwintern als Imagines auf den Koniferen.

Larven und Imagines von *Calligypona aubei* sind zu dieser Zeit gleichmäßig über den Großen Sand verbreitet. Man kann sie auch an trüben und regnerischen Tagen in der kaum sprossenden Krautschicht erbeuten. In den windgeschützten Dünentälern kommt regelmäßig *Euscelis plebejus* als Nymphe und Imago vor. Alle genannten Arten bevorzugen gramineendurchsetzte Pflanzenbestände.

Der auf diesen Aspekt folgende Frühlingsaspekt von Mitte April bis Ende Mai ist durch das Massenauftreten vieler Arten gekennzeichnet. So bildet z. B. eine Art der *Erythroneura-flammigera*-Gruppe, *Erythroneura rhamni* FERR., sens RIBAUT, Schwärme an *Crataegus monogyna* und *Symphoricarpus racemosus*. In ihrer Verhaltensweise erinnern diese Tiere an die Rosenzikade, wie sie in Rosenkulturen auftritt. Sie saugen an der unter Saft stehenden Rinde ihrer im Laubausbruch begriffenen Wirtspflanzen.

Etwa zur gleichen Zeit treten Larven von *Psammotettix cephalotes* an Südhängen der Dünen in Massen auf. Gerade schütter bewachsene Stellen, wo der Sandboden die Sonneneinstrahlung noch zurückwirft, sind rechte Brutstätten dieser Art. Die Imagines breiten sich Mitte Mai über den ganzen Steppenrelikt aus. Zu dieser Zeit erscheinen auch die Larven von *Aphrodes bicinctus*. Gegen Ende Mai gesellen sich noch *Macrosteles laevis* und *Mocuellus collinus* hinzu. Diese beiden Arten leben gern an Stellen mit etwas ruderalem Charakter. *Jassargus obtusivalvis* ist weniger zahlreich aber stetig über den Großen Sand verbreitet.

Die Arten des Frühlingsaspektes sind alle Vertreter kleiner Formen; sie sind durch eine kurze Larval- und Imaginalperiode gekennzeichnet. Dieser Aspekt ist der individuenreichste des Jahres.

Der Vorsommeraspekt im Monat Juni bringt in der Zikadenfauna größere und robustere Formen, wie Philaenen und Aphrodinen. Diese

besiedeln die jetzt schossende Staudenschicht. Ein verhältnismäßig langes Larval- und Imaginalleben eignet diesen Arten. So kommen Larven von *Aphrodes bicinctus* von Mitte Mai bis Ende Juni vor; die Imagines dieser Art trifft man von Mitte Juni bis Ende August. Ähnlich verhalten sich *Philaenus spumarius* und *Neophilaenus* campestris.

Im Hochsommeraspekt, in den Monaten Juli und August, treten Arten der Gattungen *Doratura*, *Agallia*, *Athysanus* und *Artianus* neu auf. Außerdem ist das 2. Auftreten einiger Arten für diesen Aspekt typisch. So kommen *Calligypona aubei*, *Mocuellus collinus*, *Psammotettix cephalotes und Euscelis plebejus* in zweiter Jahresgeneration auf dem Großen Sand vor. Die Individuenzahl der Sommergeneration ist im Vergleich zu der der Frühjahrsgeneration sehr gering. *Calligypona aubei* zeigt im Gegensatz zum ersten Auftreten eine inselhafte Verbreitung. Sie bevorzugt jetzt entschieden *Thymus*polster (keine Rasen), wo sie mit *Empoasca dumosa* und *Dicraneura aureola* vergesellschaftet lebt. *Laburrus impictifrons* ist die letzte neu auftretende Art des Jahres. Die hauptsächlichsten Arten des Vorsommeraspektes bestimmen auch im Hochsommer noch mit das Bild der Zikadenfauna, wie *Philaenus spumarius* und *Neophilaenus campestris.* Der Hochsommeraspekt ist der artenreichste des Jahres. Hierzu Tabelle 1.

b) Räumliche Gliederung.

Wie schon beschrieben, liegt auf dem Steppenrelikt des Großen Sandes eine Folge von Sukzessionen vor, die teils eine mosaikartige, teils eine zonenartige Anordnung haben.

Eine Beschreibung der Zikadenzönose in Anlehnung an die Sukzessionsstadien nach Kümmel, 1935, ist ganz zweckmäßig, da diese eine ähnliche Gliederung aufweist.

Schreitet man von der Initialphase mit fast 100% nacktem Sand über alle Sukzessionsstadien bis zur völlig geschlossenen Pflanzendecke fort, so folgt man einer kontinuierlichen Änderung gewisser Umweltsfaktoren. So nimmt der Faktor der relativen Luftfeuchtigkeit und die Reichhaltigkeit der Nahrung in dieser Richtung zu, während der Temperatur- und Windfaktor abnehmen.

Sicher ist, daß diese Umweltsfaktoren in der Initialphase extreme Werte aufweisen. Nach dem im folgenden eingehaltenen Einteilungsprinzip (nach der Dichte und Art des Pflanzenbestandes) entspricht die Initialphase nach Kümmel, 1935, den vier ersten hier beschriebenen Biochorien, deren Bewachungsgrad und Artenbestand aus Tabelle 2 zu ersehen sind.

Schon in Biochorion 1, an der Grenze des Pflanzenbestandes zum völlig unbewachsenen Sand hin, findet sich eine Zikadenart: *Philaenus spumarius.* Diese euryöke Art geht mit *Oenothera biennis* in den offenen Sand hinaus. Nur die im 2. Jahr stehende *Oenothera* wird besiedelt. Mit

Tabelle 1.

Aspektfolge der Zikaden im Steppenrelikt.

Nur Imaginalperiode berücksichtigt. # bedeutet Massenauftreten.

	Vorfrühl.-aspekt / Frühlingsaspekt		Vorsommeraspekt	Hochsommeraspekt	
	April	Mai	Juni	Juli	Aug.
Mocydia crocea	+				
Euscelis plebejus	++ ++				++
Erythroneura flammigera	++	+			
Calligypona aubei	+ ++	+++		++++	+
Erythroneura rhamni	#				
Mocydiopsis attenuata		++			
Psammotettix cephalotes		+#+	+		+++
Stenocranus minutus		+++			
Macrosteles laevis		#+			
Mocuellus collinus		#	+	+	
Jassargus obtusivalvis		+	+++		++++
„ *pseudocellaris*		+	++		
Philaenus spumarius			++##	++++	++++
Neophilaenus campestris			+++#	#+++	+
Psammotettix scutuliferus			++		
Doratura exilis			++		
„ *homophyla*			++		++
Aphrodes bicinctus			++	++	
Artianus interstitialis			+	+	
Athysanus argentatus				++++	+++
Empoasca dumosa				++++	++
Dicraneura aureola				++	
Fulgora europaea				+++	++
Laburrus impictifrons					++++
Agallia venosa					++++

dem Aufschießen der *Oenothera*-Rosette fällt ein Massenauftreten von Philaenenlarven zusammen. Jede außerhalb der eigentlichen Bewachsungszone stehende *Oenothera* ist durch *Philaenus spumarius* besiedelt. Es ist klar, daß eine solche Pflanze, die reichlich Saft führt und sich durch ihren hohen Wuchs von dem warmen Boden abhebt, das Mikroklima in positivem Sinne verändert. Nur durch diesen Umstand ist es möglich, daß Zikaden in der fast vegetationslosen Zone des Steppenreliktes vorkommen. Die *Salsola*- und *Corispermum*-Bestände dieses Biochorions werden offenbar nicht durch Zikaden befallen.

In dem nun zu besprechenden Biochorion 2 sind unbewachsene Sandstellen immer noch vorherrschend. Der kümmerliche Pflanzenwuchs steht in hartem Kampf mit dem ihm feindlichen Triebsand. Kleine, freigelegte oder zugewehte Horste von *Koeleria glauca* wechseln mit Kümmerformen von *Bromus tectorum*. Hier treten zwei weitere Zikadenarten in inselhafter Verbreitung auf: *Calligypona aubei* und *Psammotettix cephalotes*. Diese Arten sind hier auffallend oft parasitiert. Die Delphacide wird mehr durch Dryiniden, die Jasside mehr durch Pipunculiden infiziert. Soweit *Oenothera* verbreitet ist, kommt auch *Philaenus spumarius* in diesem Biochorion vor.

Das nun folgende Biochorion 3 hat ausgedehnte Bestände von *Medicago minima*, dessen am Boden liegende Sprosse ein Netzwerk zwischen den *Koeleria*-Horsten bilden. Die inselartige Verbreitung von *Psammotettix cephalotes* nimmt hier merklich zu. Bisweilen schieben sich Bestände von *Agropyron glaucum* und *Evodium cicutarium* ein; Stauden von *Euphorbia gerardiana* sind eingestreut. Die zuletzt genannten Bestände werden von Zikaden oft gemieden. Eine fast stetige Verbreitung haben hier die beiden Schaumzikaden, *Philaenus spumarius* und *Neophilaenus campestris;* sie halten sich nur in der Staudenschicht auf. Eine Besiedlung von *Euphorbia gerardiana* ist selten und dann nur durch die gemeine Schaumzikade zu beobachten. *Calligypona aubei* und *Psammotettix cephalotes* gehen auch in die hier recht dichten Bestände von *Corispermum yssopifolium*, wo auch bisweilen *Jassargus obtusivalvis* erbeutet werden konnte.

Bei der geringen Artenzahl ist die Individuendichte hier recht hoch.

Im anschließenden Biochorion 4 schließt sich die Pflanzendecke schon merklich. Polster von *Thymus serpyllum*, auch *Helichrysum arenarium* oder Moos (*Racomitrium canescens*) füllen mehr oder weniger die Lücken zwischen *Artemisia campestris*, *Ononis repens*, *Hippocrepis comosa*, *Koeleria glauca*, *Festuca ovina* und *Stipa capillata*. Die Artenzahl der Zikaden vermehrt sich hier durch *Empoasca dumosa* und *viridula*, *Laburrus impictifrons* und *Doratura homophyla*. Viele Arten, besonders *Calligypona aubei*, *Psammotettix cepahlotes*, *Jassargus obtusivalvis*, *Philaenus spumarius* und *Neophilaenus campestris*, haben eine hohe Individuendichte.

Das Biochorion 4 ist das individuenreichste des Großen Sandes.

Vom Frühjahr bis zum Herbst ist das Biochorion 5 fast völlig geschlossen. Es enthält fast alle Vertreter der *Koeleria-glauca*-Assoziation. Außer *Empoasca dumosa* und *viridula* kommen alle Zikaden der bisher beschriebenen Biochorien hier vor. Hinzu kommen noch *Macrosteles laevis, Doratura exilis, Mocuellus collinus, Jassargus pseudocellaris* und *Euscelis plebejus*. Obwohl die grünen, braungepunkteten Larven von *Aphrodes bicinctus* auch in vorhergehenden Biochorien auftreten, so findet man die Imagines doch erst in diesem Biochorion. Hiermit im Einklang steht die Beobachtung, daß mit fortschreitendem Larvalstadium die Individuenzahl dieser Art stark abnimmt.

Der Artenreichtum ist dort am größten, wo auf Grund der Pflanzendecke der steppenartige Charakter etwas zurücktritt, wo vulgäre Pflanzenarten mit speziellen Sandpflanzen gemischte Bestände bilden. Beliebt sind z. B. wiesenartige Zonen mit *Poa*, *Taraxacum* und *Medicago*. Wo die Pflanzenbestände wenig abwechslungsreich sind, tritt die Artenzahl der Zikaden stark zurück. Ein Beispiel hierfür bieten die Flächen mit *Centaurea rhenana*, die nur während der Hauptwachstumsperiode dieser Pflanzenart und dann nur durch eine Art, *Philaenus spumarius*, befallen wird. Naturgemäß schwinden die Zikaden in derartigen Beständen vorzeitig.

Nicht selten begegnet man in diesem Biochorion, wie auch in den vorigen, artenfreien Stellen, ohne daß hierfür die Armut an Pflanzenarten verantwortlich gemacht werden könnte. Andere Bestände zeigen auf engem Raum eine erstaunlich hohe Individuen- und Artenzahl.

Im Vergleich mit dem vorher beschriebenen Biochorion 4 nimmt die Individuenzahl der Arten doch etwas ab. Der Artenreichtum jedoch ist in diesem Biochorion 5, der voll ausgebildeten *Koeleria-glauca*-Assoziation, am größten.

Das Biochorion 6, die *Festuca-glauca-Alyssum-arenarium*-Subassoziation, hat eine völlig geschlossene Pflanzendecke. Horst- und Schaftpflanzen, wie *Gypsophila fastigiata, Stipa capillata, Peucedanum oreoselinum* und *Trinia glauca* geben dieser Vegetationszone das charakteristische Gepräge. Überraschenderweise fehlen diesem prächtigen Pflanzenteppich die meisten der bisher gefundenen Zikadenarten. Die wenigen hier vorkommenden Arten, wie *Calligypona aubei* und *sordidula, Doratura homophyla, Euscelis plebejus* und *Philaenus spumarius* bewohnen die stark ausgebildete Staudenschicht. Die genannten Arten kommen stets als Einzeltiere vor; auch scheinen sich die Arten hier länger zu halten als in den übrigen Biotopen, was mit der hier bis in den Hochsommer anhaltenden Wachstumsperiode zusammenhängen dürfte.

Die bisher geschilderten Biochorien 1—6 stellen das eigentliche Steppenrelikt des Großen Sandes dar. Diese Biochorien folgen aufeinander

Tabelle 2.

Qualitative und quantitative Verteilung der Zikaden in den Sukzessionsstadien des Steppenreliktes.

Quantitative Angaben: +++ sehr häufig.
++ häufig.
+ verbreitet.
— selten.

Strata / Biochorien	Einteilung nach KÜMMEL, 1935	Einteilung nach PENTH, 1951	Krautschicht, bis 30 cm hoch	Staudenschicht, 30—100 cm hoch. Oenothera, Centaurea, Artemisia, Ononis	Strauchschicht Populus, Rosa Crataegus, Quercus
1. Fast 100% nackter Sand Salsola kali Corispermum yssopifolium	Stadium I. Initialphase	Districk I. Initialphase		Philaenus spumarius +++	
2. 90% nackter Sand Koeleria glauca Bromus tectorum			Calligypona aubei ++ Psammotettix cephal ++	Philaenus spumarius +++	Penthimia nigra — Idiocerus spec. — Empoasca spec. — Erythroneura rhamni —
3. 75% nackter Sand Koeleria glauca Medicago minima Agropyron glaucum			Calligypona aubei ++ Psammotettix cephal. +++ Jassargus obtusivalvis ++	Philaenus spumarius ++ Neophilaenus campestr. +++	
4. 50% nackter Sand Polster und Horste Thymus, Hippocrepis, Festuca, Medicago falcata		Distrikt III. Ononis-Facies	Calligypona aubei +++ Psammotettix cephal. +++ Jassargus obtusivalvis ++ Doratura homophyla ++ Empoasca dumosa +	Philaenus spumarius ++ Noephilaenus campestr. +++ Empoasca viridula + Laburrus impictifrons +	

5. 25% nackter Sand bis geschlossene Pflanzendecke. Vollständig ausgebildete Koeleria-glauca-Assoziation, z. T. mit vulgären Pflanzenarten gemischt	Stadium II. Koeleria -glauca-Assoziation	Distriht III. Ononis-Facies	Calligypona aubei + Psammotettix cephal. + Philaenus spumarius + + Neophilaenus campestr. + + + Aphrodes bicinctus + + Macrosteles laevis + + Doratura homophyla + „ exilis + Mocuellus collinus + Jassargus obtusivalvis + + „ pseudocellaris + Euscelis plebejus +	Philaenus spumarius + Neophilaenus campestris + Aphrodes bicinctus + Laburrus impictifrons +	Penthimia nigra — Idiocerus spec. — Empoasca spec. — Erythroneura rhamni —
6. Geschlossene Pflanzendecke. Festuca glauca, Alyssum arenarium Anthericum liliago „ ramos. Peucedanum oreoselinum	Stadium III. Festuca -glauca-Alyssum -arenarium -Subassoziation	Distrikt IV. Festuca-Facies	Calligypona aubei — „ sordidula — Doratura homophyla — Philaenus spumarius — Euscelis plebejus +		
7. Bodenflora des ehemaligen Kiefernwaldes. Thymus angustifolius Gramineen	Stadium IV. Prunus -spinosa-Gebüsch	Distrikt V. Robiniengebüsch. Inclusiv D II. Thymus-Facies	Doratura homophyla — Psammotettix spec. —		Typhlocyba rosae — Cixius pilosus —

von Süden nach Norden. Westlich an diese schließt sich das Biochorion 7 an; es liegt außerhalb des Naturschutzgebietes und war bis 1938 bewaldet. Die Krautschicht ist eintönig, aus Gramineen und *Thymus angustifolius* bestehend. Zikadenvorkommen beschränken sich auf *Doratura homophyla* und eine *Psammotettix*-Art.

Die Strauchschicht, die sich aus *Prunus spinosa*, *Quercus*, *Rosa*, *Robinia* und *Crataegus* zusammensetzt, ist wieder etwas reicher an Zikadenarten aber sehr arm an Individuen. In diesem Stratum findet man *Thyphlocyba rosae* an Rose, *Tachycixius pilosus* an Eiche, *Erythroneura rhamni* an Weißdorn, eine *Idiocerus*- und eine *Empoasca*-Art, sowie *Penthimia nigra* an Pappeln. Robinien scheinen von den Zikaden gemieden zu werden.

Überblickend darf zusammengefaßt werden, daß alle Vegetationszonen des Steppenreliktes von Zikaden besiedelt sind. Ihre optimale Entfaltung liegt in dem Sukzessionsstadium, in dem sich der Bodenschluß durch die Koeleria-glauca-Assoziation vollzieht, Biochorion 5. Hierzu Tabelle 2.

c) Zönotische Betrachtung.

Zu den bisher erwähnten Zikaden der Steppenzönose des Großen Sandes gehören neben typischen Sand- und Steppenarten auch euryöke Arten. Nach dem räumlichen und zeitlichen Auftreten der Arten, nach Beobachtungen in Nachbarbiotopen und nach Literaturangaben sollen deshalb die Zikadenarten nach ihrer Biotopbindung eingeteilt werden.

Arten, die nur in solchen Flugsand- und Steppenbiotopen vorkommen, sog. spezifische Arten sind:

Calligypona aubei,
Empoasca dumosa,
Doratura exilis,
Psammotettix scutuliferus.

Präferenten, Arten, die solche mitteleuropäischen Steppengebiete stark bevorzugen, sind folgende:

Dicraneura aureola,
Psammotettix cephalotes,
Mocuellus collinus,
Macrosteles laevis,
Artianus interstitialis,
Athysanus argentatus,
Neophilaenus campestris,
Calligypona exigua,
Dictyophora europaea,
Agallia venosa,
Turrutus socialis,

Lepyronia coleoptrata,
Cercopis vulnerata.

Von diesen beiden zönotischen Gruppen sind *Calligypona aubei* und *Psammotettix cephalotes* Charakterarten des Großen Sandes.

Zu den tychozönen Arten, die auch in andern Biotopen verbreitet sind, gehören:

Jassargus obtusivalvis,
,, *pseudocellaris,*
Aphrodes bicinctus,
,, *fuscofasciatus,*
Doratura homophyla,
,, *stylata,*
Euscelis plebejus.

Als Nachbarbiotop spielt der Kiefernwald eine Rolle in der Artenkombination. Von dort gelangen folgende xenozöne Arten in die Steppenzönose:

Erythroneura flammigera,
Mocydia crocea,
Mocydiopsis attenuata.

Zu der mehr oder weniger azönen Fauna zählen folgende Arten:

Stenocranus minutus,
Calligypona pellucida,
Euacanthus interruptus,
Balclutha punctata,
Philaenus spumarius.

Mit Ausnahme von *Philaenus spumarius* treten alle anderen azönen Elemente völlig in den Hintergrund. Dies dürfte als eine Folge der hier herrschenden extremen Lebensbedingungen angesehen werden.

Vorboten der Laubwaldzonöse, die die Steppenzönose vielleicht einmal ablösen wird, wandern mit den Laubhölzern in den Großen Sand ein. Es sind:

Tachycixius pilosus,
Erythroneura rhamni,
Typhlocyba rosae,
Penthimia nigra.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß das Steppenrelikt des Großen Sandes eine reiche Zikadenfauna beherbergt, deren Zönobionten und Charakterarten ihr ein individuelles Gepräge geben.

3. Verteilung der Zikaden im Kiefernwald.

a) Zeitliche Gliederung.

Zu Beginn des Vorsommeraspektes, Mitte Mai bis Mitte Juni, begegnet man im Kiefernwald vielen Einzeltieren. Bei *Mocydiopsis*

attenuata, *Streptanus marginatus* und *Dicraneura variata* handelt es sich wahrscheinlich um überwinternde Imagines. Hierfür spricht, daß nur Weibchen erbeutet wurden. Bisweilen findet man Individuen dieser Arten auf Polstern von *Hylocomium splendens* und *Dicranium scoparium.*

Jassargus pseudocellaris, *Thamnotettix dilutior* und *confinis* kommen zu dieser Zeit als Nymphe und Imago vor. Durch die auffällige Tracht bedingt, gehört *Cercopis dorsata* zu den hervortretenden Insekten des Kiefernwaldes. *Eurysa lineata* gehört auch noch diesem Aspekt an.

Bei Artenreichtum ist die Individuendichte während des Vorsommeraspektes gering.

Im Hochsommeraspekt von Mitte Juni bis Ende Juli zeichnet sich *Calligypona elegantula* durch gleichmäßige Verbreitung aus. Ebenso findet man *Philaenus minor* an vielen Orten, jedoch meidet sie dunkle Waldstellen. *Erythroneura parvula* an *Geranium sanguineum* und *Alebra wahlbergi* an *Carpinus* sind nur inselhaft verbreitet.

Im ganzen gesehen, ist der Hochsommeraspekt eine individuen- und artenarme Zeit.

Dies ändert sich jedoch im Spätsommeraspekt, der bis Mitte September dauert. Viele Arten, wie *Jassargus pseudocellaris*, *Mocydiopsis attenuata* und *Dicraneura variata*, treten zum 2. Mal auf. Von diesen kommen *Dicraneura variata* und *Mocydiopsis attenuata* zur Massenvermehrung. *Philaenus minor*, die schon gegen Ende des vorhergehenden Aspektes auftritt, kommt bis zum Schluß des Aspektes vor. *Rhystistylus proceps* ist die letzte neu auftretende Art

In diesen Aspekt gehören auch die vielen Steppenarten, die an Kreuzungen von Waldwegen und sonstigen lichtreichen Stellen vorkommen. Sie sind im folgenden Abschnitt b) beschrieben.

Vergleicht man die Aspektfolge im Kiefernwald mit der des offenen Dünengebietes, so stellt man eine gröbere zeitliche Gliederung der Kiefernwaldzönose fest. Der Beginn des ersten Aspektes im Jahr liegt im Kiefernwald später als im Steppenrelikt. Er erreicht im Kiefernwald fast schlagartig seinen Höhepunkt, da mehrere Arten zu dieser Zeit ihre Winterquartiere verlassen. Auf dem offenen Dünengebiet dagegen läuft der erste Jahresaspekt langsam an. Umgekehrt verhalten sich alle andern Aspekte, sie entwickeln sich im Kiefernwald langsam und klingen allmählich ab; auf dem offenen Sand erreichen sie schnell ihren Höhepunkt, werden aber ebenso schnell durch die folgenden abgelöst. Hierzu Tabelle 3.

b) Räumliche Gliederung.

Wie das Steppenrelikt, so gliedert sich auch das Kiefernwaldgebiet in eine Folge von Sukzessionen. Anfangsglieder sind hier steppenartige Teilgebiete, die teils ursprünglich zu sein scheinen, teils durch günstige Bedingungen wieder entstehen konnten. Das Folgestadium ist der Kiefern-

Tabelle 3.

Aspektfolge der Zikaden im Kiefernwald.

Nur Imaginalperiode berücksichtigt. # bedeutet Massenauftreten.

	Vorsommer-aspekt		Hochsommer-aspekt	Spätsommer-aspekt	
	Mai	**Juni**	**Juli**	**Aug.**	**Sept.**
Eurysa lineata	+ +	+ + +			
Cercopis dorsata	+	+ + +			
Thamnotettix dilutior	+	+ + +	+		
,, *confinis*	+	+ +			
Streptanus marginatus	+	+ +			
Jassargus pseudocellaris . . .	+	+ +	+ +	+	
Dicraneura variata	+			+ +	# +
Mocydiopsis attenuata	+			+	# +
Erythroneura parvula	+				
Calligypona pellucida		+ +	+ +	+ + + +	
,, *elegantula*		+	+ + +	+ + + +	+
Philaenus minor		+	+ +	+ + + +	+
Alebra wahlbergi		+ +	+		
Rhystistylus proceps				+ + + +	

hochwald. Er teilt sich noch einmal unter in Kiefernwald mit basiphilem Unterwuchs und solchen mit acidophilem Unterwuchs. Das Klimaxstadium, der Eichenmischwald, ist erst im Entstehen.

Steppenartige Gelände beherbergen die mannigfaltigste Zikadenfauna. Hier kommen neben anderen Elementen auch Steppenarten zur Entwicklung, wie *Empoasca dumosa*, *Dicraneura aureola*, *Psammotettix cephalotes*, *Agallia venosa*, *Kelesia ribauti* und *Macrosteles laevis*. Naturgemäß stellen auch die Kiefernwaldarten, wie *Mocydiopsis attenuata* und *Dicraneura variata*, einen Teil des Faunenbestandes. Bemerkenswerter Weise kommen auch Arten feuchter Gelände an solchen Orten vor, wie *Cicadella viridis*. Auch KONTKANEN, 1950, stellte diese Art „ausnahmsweise an trockenen Orten" fest.

In diesen steppenartigen Teilgebieten sind die euzönen Steppenarten durch ihre hohe Individuendichte bildbestimmend. Sie entfalten sich hier allerdings erst im Spätsommer.

Waldwege unterscheiden sich durch das Fehlen der Steppenarten von den vorher beschriebenen Orten. Dafür treten Kiefernwaldarten mehr in den Vordergrund, besonders *Philaenus minor*.

Der Kiefernhochwald ist im allgemeinen dünn besiedelt, was durch die Zurückdrängung des Sonnenlichtes verständlich wird. Stellen mit reicherem Bodenbewuchs sind zumindest während eines Aspektes von Zikaden besiedelt. Meist entfalten dort die Kiefernwaldarten einen größeren Individuenreichtum. Dies trifft vor allem für *Dicraneura variata* und *Mocydiopsis attenuata* zu. Hinzu gesellen sich dann noch *Streptanus marginatus*, *Calligypona elegantula*, *Grypotes puncticollis* und *Rhystistylus proceps*.

Beachtenswert ist, daß die Kiefernwaldarten die acidophilen Waldstellen offenbar meiden. Falls sie nicht gänzlich fehlen, so ist doch ihre Individuenzahl dort sehr gering. Ferner gehören sie hier meist dem Vorsommeraspekt an, während sie in den basiphilen Teilen im Spätsommeraspekt auftreten.

Als stete Art acidophiler Waldteile kann *Calligypona pellucida* genannt werden, die kurz vor der Blüte an *Calluna vulgaris* vorkommt.

Dort, wo der Laubwald aufkommt, ist das Gelände arten- und individuenarm. Die wenigen dort vorkommenden Arten, wie *Aphrodes fuscofasciatus*, *Jassargus pseudocellaris*, *Dicraneura variata* und *Mocydiopsis attenuata* sind wahrscheinlich noch als Vicini oder Hospites anzusehen. Es fehlen merkwürdiger Weise die Laubwaldarten. Hierzu Tabelle 4.

Im Rückblick auf die Zikadenfauna des Kiefernwaldes kann zusammengefaßt werden, daß die Faunenelemente im Wesentlichen der Kiefernwaldzönose, einige der Steppenzönose entstammen. Die spezifischen Kiefernwaldarten, wie *Grypotes puncticollis*, *Streptanus marginatus*, *Dicraneura variata* und *Mocydiopsis attenuata* stellen die typische Komponente der Zikadenfauna des Kiefernwaldgebietes bei Uhlerborn dar. Durch ihre Verbreitung zeichnen sich *Dicraneura variata* und *Mocydiopsis attenuata* als Leitformen des Unterwuchses aus. *Philaenus minor* ist hier die Leitform lichterer Waldstellen.

4. MONARDsches Prinzip.

Während meiner Untersuchungen wurde ich immer wieder darauf aufmerksam, daß gleiche Gattungen in den einzelnen Biotopen in verschiedenen Arten vertreten sind. In der Art ihres Auftretens und in ihrer Stellung, die sie in den entsprechenden Zönosen einnehmen, lassen sich diese verschiedenen Arten recht gut in Parallele setzen.

So kommt z. B. *Aphrodes bicinctus* im Großen Sand häufig vor, während sie im Kiefernwald fehlt. An ihre Stelle tritt dort *Aphrodes fuscofasciatus*. *Philaenus spumarius* ist eine Art des Großen Sandes und des Rheinufers; ihr Fehlen wird im Kiefernwald durch *Philaenus minor* ersetzt. *Cercopis*

Tabelle 4.

Qualitative und quantitative Verteilung der Zikaden in der Krautschicht des Kiefernwaldes.

Quantitative Angaben: + + + sehr häufig
+ + häufig
\+ verbreitet
— selten

Biozönotische Einteilung	Arten	Steppenartige Gelände	Waldwege	Kiefernhochwald a) kalkhaltig	Kiefernhochwald b) entkalkt	Eichenmischwald im Entstehen
Euzöne Steppenarten	Empoasca dumosa	+ + +				
	Dicraneura aureola	+ +				
	Psammotettix cephalotes .	+ +				
	Agallia venosa	—				
	Kelesia ribauti	—				
	Macrosteles laevis	—				
Tychozöne Steppenarten	Aphrodes fuscofasciatus ..	+	+	+		—
	„ trifasciatus	—	—			
	Doratura stylata	—		—		
	Jassargus obtusivalvis ...			+		
	„ pseudocellaris ..		+	—		—
Euzöne Kiefernwaldarten	Mocydiopsis attenuata ...	+	+	+ + +	+	—
	Dicraneura variata	+	+	+ + +	+	—
	Streptanus marginatus ...		+	+ +	+	
	Calligypona elegantula ...		+	+ +	—	
	Grypotes puncticollis		—	+	—	
	Rhystistylus proceps.....	—	—	+	—	
Tychozöne Kiefernwaldarten	Philaenus minor.........	+ +	+ +	+		
	Calligypona pellucida				+	
	Thamnotettix dilutior....		+		+	
	„ confinis				+	
	Erythroneura flammigera.	—	—	—		
Azöne Arten	Balclutha punctata			+		
	Eupterix atropunctata ...		+			
	Philaenus spumarius	—	—			
Art feuchter Gelände	Cicadella viridis	—	—			

vulnerata bevorzugt sonnige Lagen; *Cercopis dorsata* kommt zur gleichen Zeit an schattenreichen Stellen des Kiefernwaldes vor. In ihrer homogenen Verbreitung lassen sich *Calligypona aubei* des Großen Sandes und *Calligypona elegantula* des Kiefernwaldes vergleichen.

Auch TISCHLER, 1948, stellt fest, daß das in vielen Fällen als unzutreffend bezeichnete 1. Prinzip von MONARD „in den Knicks in vielen Fällen Geltung zu haben scheint."

5. Östliche und südliche Faunenelemente.

Der Anteil „südöstlicher und östlicher Elemente" ist unter den Zikaden der Mainzer Sande sehr hoch (W. WAGNER, 1938). So stammen aus dem Osten und Südosten Europas:

Empoasca viridula,
Dicraneura mollicula,
Turrutus socialis,
Artianus interstitialis,
Athysanus argentatus,
Mocydia crocea,
Neophilaenus campestris,
Lepyronia coleoptrata.

Wahrscheinlich sind folgende Arten gleicher Herkunft:

Calligypona sordidula,
Empoasca dumosa,
Fieberiella flori,
Doratura exilis,
Jassargus obtusivalvis,
Mocuellus collinus.

Zu der südlichen Fauna zählen folgende Arten:

Eurysa lineata,
Calligypona albicollis,
Dictyophora eurpaea,
Erythroneura rhamni,
Penthimia nigra,
Cercopis vulnerata,
„ *dorsata*.

Als Einfallstor dürfte den östlichen Arten das Maintal dienen. Wie aus einer Faunenliste Unterfrankens hervorgeht (W. WAGNER, 1951b), kommen alle östlichen und südöstlichen Arten auch dort vor.

Den südlichen Arten dienen die Burgundische Pforte mit dem Oberrheintal und der Weg westlich der Vogesen mit dem Nahetal als Wander- und Einfallswege. W. WAGNER, 1939, vermutet, daß *Cercopis dorsata* im Begriff ist, durch das Nahetal kommend, in das Mainzer Becken einzufallen. Meine Untersuchungen unterstützen diese Vermutung insofern, als

die von mir bis 1952 festgestellten Fundorte Uhlerborn und Raunheim östlich der Fundorte Donnersberg, Wöllstein, Rothenfels, Lemberg und Kirn liegen, die WAGNER, 1939, angibt.

6. Arten im Lückensystem der Moose und unter Steinen.

Während einiger Untersuchungen im Ober-Olmer Wald (Laubwald) stellte ich dort im Lückensystem der Moose nicht nur die von TISCHLER, 1949, für solche Lebensräume angegebene *Criomorphus albomarginatus* CURT., sondern auch mit ihr vergesellschaftet *Eupelix cupidata* F. fest, (29. Mai und 31. Mai 1950). Diese Arten retteten sich nicht durch Wegspringen sondern krochen beim Durchsuchen der Moospolster flink in den lockeren Mulm. Der breite Rand des Kopfschildes bei *Eupelix* dient offenbar dabei als Grabschaufel. In Gefangenschaft in Gläsern mit Moos des Fundortes zeigten beide Arten dieses Verhalten nicht mehr.

Es sei noch erwähnt, daß ich ein Exemplar von *Eupelix cuspidata* im vorletzten Larvenstadium im Moos des Großen Sandes erbeutete (13. April 1950). Ich hielt dieses Tier 7 Wochen im Zuchtglas, wo zwei Häutungen ohne Schaden verliefen. Auch KUNTZE, 1937, gibt an, daß sich diese Art vorzüglich zur Haltung eignet.

Ein ähnliches Verhalten, daß Zikaden am oder im Boden Schutz suchen, begegnete mir an *Aphrodes bifasciatus* L. im Ammergebirge (1300 m, 20.—29. Juli 1949). Diese Art fand ich an sonnigen Hängen häufig auf Steinen sitzend. Beim Versuch, sie aufzulesen, stellten sie sich tot und glitten augenblicklich zwischen dem Geröllschutt zu Boden. Morgens fand ich diese Art stets beim Umwenden der Steine unter diesen vor; ihren versteckten und geschützten Ort verließen sie freiwillig erst gegen Mittag.

KUNTZE. 1937, berichtet gleiches von *Aphrodes fuscofasciatus* GOEZE, die in Mecklenburg „an besonnten Hängen, im Kiefernwald, aber auch unter Steinen mit *Lasius niger* vergesellschaftet“ vorkommt. Auch diese Tiere retten sich nicht durch „Wegspringen, sondern suchen unter den Wurzeln Schutz“.

KAPITEL VI.

Faktoren, die in den verschiedenen Biotopen artverteilend sind.

Von allen artverteilenden Faktoren sind hier nur die der Temperatur, der Luftfeuchtigkeit und der Nahrung besprochen. Wie bereits angedeutet, charakterisieren diese in hohem Maße die Lebensbedingungen der untersuchten Biotope.

1. Temperaturfaktor.

Der Sandboden erwärmt sich durch Sonneneinstrahlung sehr hoch, er gibt aber die Wärme nach Sonnenuntergang schnell wieder ab. Dadurch entstehen im Steppenrelikt die großen Temperaturschwankungen, die für

solche Gebiete kennzeichnend sind. Die Amplituden der Temperaturschwankungen sind in den schütter bewachsenen Teilen am größten, (KROGERUS, 1932, SCHALLER, 1951 und PENTH, 1952).

Im Kiefernwald herrschen dagegen ausgeglichenere Temperaturverhältnisse. Der Uferbiotop, der noch vergleichsweise herangezogen wird, zeigt ebenfalls mäßigere Temperaturschwankungen.

2. Faktor der relativen Luftfeuchtigkeit.

Obwohl der Große Sand im allgemeinen recht trocken ist, so kommen auch dort Stellen mit höherer Luftfeuchtigkeit vor, wie Messungen von PENTH, 1952, zeigen. Wie schon der Reichtum an xerophilen Pflanzenarten vermuten läßt, ist auch der Kiefernwald ziemlich trocken. Anders liegen die Verhältnisse am Rheinufer. Dort geben die hygrophilen Pflanzen und der Strom selbst ständig Wasserdampf an die umgebende Atmosphäre ab, so daß hier eine höhere Luftfeuchtigkeit herrschen dürfte.

3. Nahrungsfaktor.

Der Steppenbiotop bietet den Zikaden eine reichhaltige Nahrungsauswahl an Steppenpflanzen und an vulgären Pflanzen. Kiefern und basiphile bis acidophile Kräuter und Sträucher bilden die Nahrung im Kiefernwald. Der Uferbiotop unterscheidet sich durch seine Alneten und Phragmiteten in der zur Verfügung stehenden Nahrung stärker von den beiden vorigen.

Im ganzen betrachtet, herrschen in den einzelnen Biotopen gestufte mikroklimatische Faktoren und unterschiedliche Nahrungsverhältnisse.

KAPITEL VII.

Verhalten der Arten gegenüber den artverteilenden Faktoren.

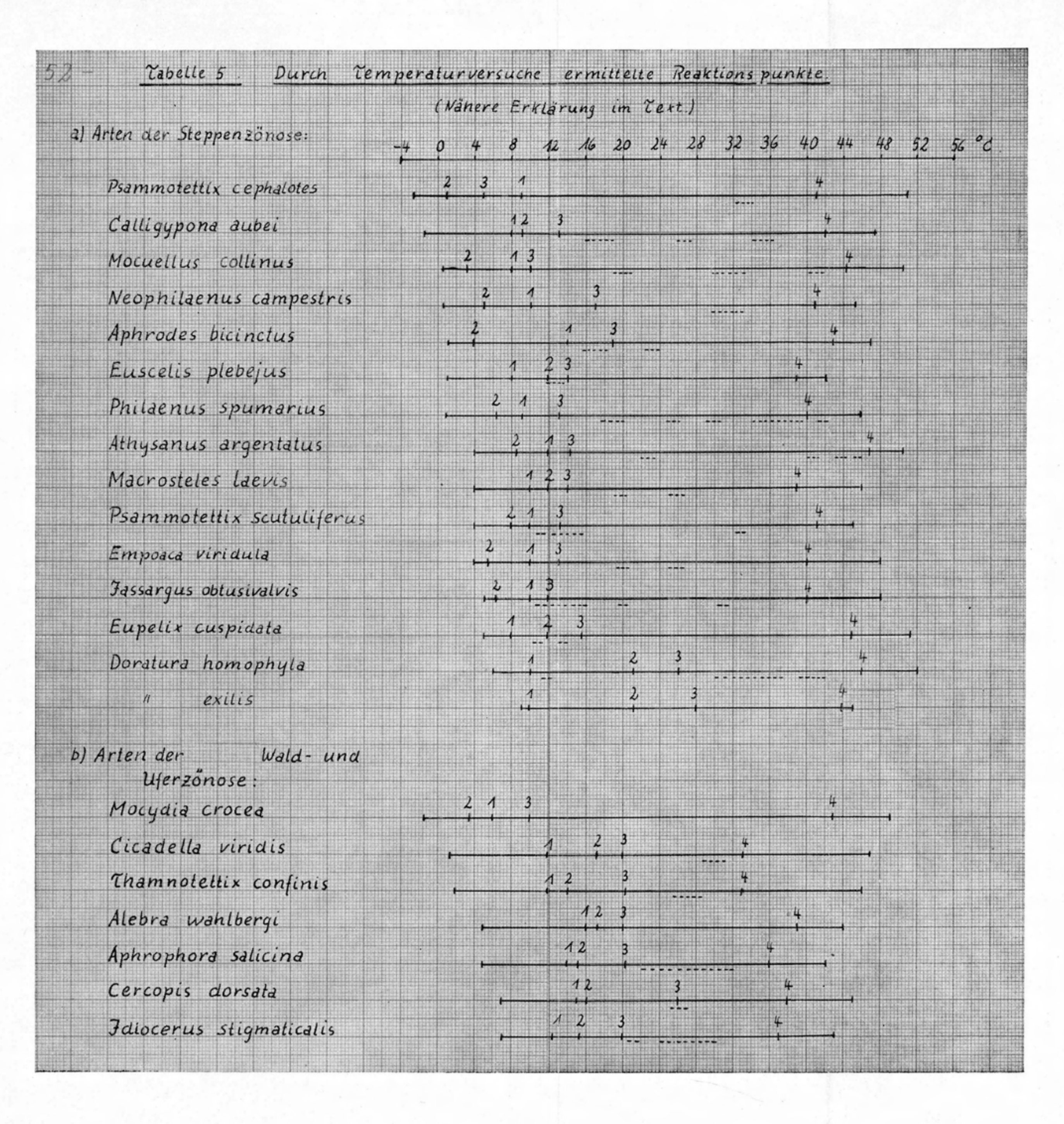
Im folgenden sollen die Lebensansprüche von Arten verschiedener Biotopzugehörigkeit untersucht und verglichen werden. Um ein Maß für die Wärme- und Feuchtigkeitsansprüche zu haben, wurden mehrere Arten unter gleichen Versuchsbedingungen untersucht. Das Verhalten den verschiedenen Futterpflanzen gegenüber wurde in der Natur beobachtet.

1. Temperaturresistenzversuche.

a) Technisches.

Die Temperaturversuche führte ich in einem selbst konstruierten Thermostaten aus, dessen Einzelheiten aus der Abbildung 2 ersichtlich sind. Der in den Temperaturraum beigegebene Grashalm dient den Versuchstieren als Nahrung und reguliert die Feuchtigkeit bei steigender Temperatur.

Beim Versuch wurde zuerst die Temperatur bis zur Kältestarre der Versuchstiere gesenkt und dann bis zur Wärmestarre gesteigert. Das Temperaturbad wurde durch Eiszugabe gekühlt, bzw. durch eine Sparflamme erwärmt. Die Temperaturänderung pro Minute betrug $1/2$ Grad und kurz vor Eintritt der Wärme- und Kältestarre $1/4$ Grad.


52 -
Tabelle 5 Durch Temperaturversuche ermittelte Reaktionspunkte.
(Nähere Erklärung im Text.)
a) Arten der Steppenzönose:
-4 0 4 8 12 16 20 24 28 32 36 40 44 48 52 56 °C
Psammotettix cephalotes
Calligypona aubei
Mocuellus collinus
Neophilaenus campestris
Aphrodes bicinctus
Euscelis plebejus
Philaenus spumarius
Athysanus argentatus
Macrosteles laevis
Psammotettix scutuliferus
Empoaca viridula
Jassargus obtusivalvis
Eupelix cuspidata
Doratura homophyla
" exilis
b) Arten der Wald- und Uferzönose:
Mocydia crocea
Cicadella viridis
Thamnotettix confinis
Alebra wahlbergi
Aphrophora salicina
Cercopis dorsata
Idiocerus stigmaticalis

b) Reaktionspunkte.

Reaktionspunkt 1: Merklicher Aktivitätsverlust durch Kälte. Die Tiere reagieren nicht mehr auf leises Beklopfen und Drehen des Versuchsglases.

Bei weiterer Temperatursenkung versuchen die Tiere durch krampfhafte Bewegungen der Glieder Wärme zu erzeugen. Tritt darauf wieder Ruhe ein, so fallen die Tiere bald in Kältestarre. Dieser Reaktionspunkt zeigt sich bei den meisten Arten durch Einziehen der Gliedmaßen an; einige, besonders die Cercopiden, erstarren in Sitzstellung.

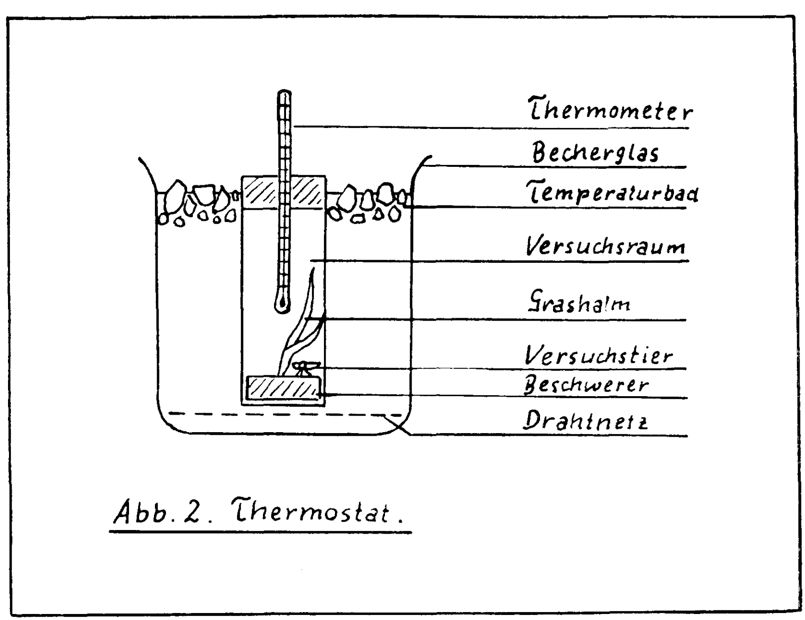


Abb. 2. Thermostat.

Nach Eintritt der Kältestarre wird die Temperatur schon nach einer Minute gesteigert.

Reaktionspunkt 2: Tiere richten sich auf.

Reaktionspunkt 3: Tiere streben in die Höhe.

Reaktionspunkt 4: Erste Paralyseerscheinungen durch Wärme.

Die Aktivität der Versuchstiere endet schließlich in der irreversiblen Wärmestarre.

Die Ergebnisse sind aus Tabelle 5 zu ersehen. Das Saugen der Tiere während der Versuche ist durch punktierte Marken angegeben. Die Anzahl der untersuchten Individuen einer Art liegt zwischen zwei und sechs. Die Reaktionspunkte 1 bis 4 sind Mittelwerte. Die Punkte der Wärme- und Kältestarre sind Maximalwerte. Die Einzelwerte sind aus Tabelle 6 zu ersehen.

Tabelle 6. Temperaturresistenzversuche.

a) Arten der Steppenzönose	Anzahl der Versuchstiere	Merklicher Aktivitätsverlust durch Kälte. Reaktionspunkt 1	Kältestarre
Psammotettix cephal.	6	10° (4) 8° (1) 7° (1)	1½° (2) ½° (1) —2° (2) —2½(1)
Calligypona aubei	6	6° (2) 8° (2) 10° (2)	8° (1) 3° (2) 1° (1) —1° (1) —1½° (1)
Mocuellus collinus	3	8° (2) 9° (1)	2½° (1) 2° (1) ½° (1)
Neophilaenus camp.	4	10° (2) 11° (2)	4½° (1) 3° (1) ½° (2)
Aphrodes bicinctus	3	10° (1) 14° (1) 16° (1)	4° (1) 3° (1) 1° (1)
Euscelius plebejus	1	8°	1°
Philaenus spumarius	3	9° (3)	3½° (1) 2½° (1) 1° (1)
Athysanus argent.	2	12° (1) 13° (1)	5° (1) 4° (1)
Macrosteles laevis	1	10°	4°
Psammotettix scutulif.	2	10° (2)	5° (1) 4° (1)
Empoasca viridula	2	10° (2)	10° (1) 4° (1)
Jassargus obtusiv.	2	10° (2)	6° (1) 5° (1)
Eupelix cuspidata	2	8° (2)	6° (1) 5° (1)
Doratura homophyla	2	10° (1) 11° (1)	8½° 1) 6° (1)
D. exilis	1	10°	9°
b) Arten der Kiefernwaldzönose und der Uferzönose			
Mocydia crocea	1	6°	—1½°
Cicadella viridis	2	12° (2)	1½° (1) 2° (1)
Thamnotettix conf.	3	12° (3)	4° (1) 2½° (1) 2° (1)
Alebra wahlbergi	3	15° (2) 17° (1)	8° (1) 6° (1) 5° (1)
Aphrophora salicina	2	14° (1) 15° (1)	7° (1) 5° (1)
Cercopis dorsata	3	15° (1) 16° (1)	7° (3)
Idiocerus stigmat.	2	12° (1) 13° (1)	8° (1) 7° (1)

Vollständige Wertetabelle. ( ) Anzahl der Tiere.

Tiere richten sich auf. Reaktionspunkt 2	Tiere streben in die Höhe. Reaktionspunkt 3	Erste Paralyseerscheinungen wahrnehmbar. Reaktionsp. 4	Wärmestarre	Tiere saugen a) bei fall. Temp.	b) bei steigender Temp.
0°(3) 2°(1) 3°(2)	3½°(2) 5°(3) 6°(1)	40°(3) 41°(2) 43°(1)	46½°(1) 48°(1) 49°(2) 51°(2)		33°
6°(1) 9°(2) 10°(3)	10°(1) 12°(2) 14°(2) 17°(1)	39°(2) 41°(1) 40°(1) 44°(2)	40°(2) 43°(1) 44°(1) 47½°(1)	18°—16°	27° 35°
2°(1) 4°(2)	10°(2) 11°(1)	44°(2) 46°(1)	49°(1) 50°(1) 50½°(1)	20°	30°—33° 41°
4½°(2) 6°(2)	15°(2) 19°(1) 20°(1)	41°(2) 42°(2)	44°(2) 45°(1) 45½°(1)		30°—33°
4°(3)	19°(3)	42°(2) 43°(1)	46°(1) 46½°(1) 47½°(1)	23°	16°—18°
12°	14°	39°	42°	12°	
5½°(1) 7°(2)	13°(3)	39°(1) 40°(2)	42°(1) 44°(1) 46°(1)		19° 20° 25° 30° 34°—39° 42°
8°(1) 9°(1)	13°(1) 16°(1)	46°(1) 48°(1)	49½°(1) 50½°(1)		23° 41° 44° 46°
12°	14°	39°	46°	26° 20°	
8°(2)	13°(2)	41°(2)	45°(2)	15°—11°	31°
5½°(2)	13°(2)	40°(2)	48°(2)		20° 26°
6°(1) 7°(1)	12°(2)	39°(1) 41°(1)	45°(1) 48°(1)	20° 16°—11°	31°
12°(2)	15°(1) 16°(1)	45°(2)	51°(1) 51½°(1)	13° 11°	
21°(1) 22°(1)	26°(2)	45°(1) 47°(1)	51°(1) 52°(1)	12°	30°—37° 39°—42°
21°	28°	44°	45°		
3°	10°	43°	49°		
17°(2)	20°(2)	33°(2)	44°(1) 47°(1)		30°
14°(3)	20°(2) 21°(1)	33°(3)	44°(1) 46°(2)		27°—28°
13°(1) 18°(1) 19°(1)	20°(3)	38°(2) 40°(1)	42°(1) 43°(1) 44°(1)		
9°(1) 16°(1)	20°(1) 21°(1)	35°(1) 36°(1)	41°(1) 42°(1)		22°—32°
16°(2) 17°(1)	26°(2) 27°(1)	38°(3)	44°(2) 45°(1)		27
15°(2)	20°(2)	36°(1) 38°(1)	42°(1) 43°(1)		21° 24°—30°

c) Auswertung.

Vergleicht man die Verhaltensweisen der Steppenarten mit denen der Wald- und Uferarten, so fällt vor allem der weitere Aktivitätsbereich der Steppenarten auf. Außerdem erholen sich die meisten Steppenarten schneller aus der Kältestarre als die Wald- und Uferarten. So kommt es, daß der Reaktionspunkt 2 der Steppenarten durchweg bei tieferen Temperaturen liegt als der Reaktionspunkt 1. Bei den Wald- und Uferarten ist es umgekehrt. Sie richten sich erst (bei steigender Temperatur) bei Temperaturen auf, die höher liegen als die, bei denen sie durch Aktivitätsverlust (bei fallender Temperatur) reagieren.

Ich möchte die Zikaden der Steppenzönose zu den eurythermen Arten rechnen und die Arten der Wald- und Uferzönose zu den stenothermen für mittlere Temperaturbereiche.

Ausnahmen machen nur die wenigen thermophilen Arten der Steppenzönose, *Jassargus*, *Eupelix*, *Doratura*, außerdem *Mocydia crocea* der Kiefernwaldzönose, die besonders unempfindlich gegen tiefe Temperaturen ist.

Im Verhalten der Arten dem Temperaturfaktor gegenüber spiegeln sich die Temperaturverhältnisse der zugehörigen Biotope wieder.

Nicht nur die auchenorhynchen Homopteren des Steppenreliktes sind eurytherm. Vergleichsweise Untersuchungen mit *Coptocephala mufasciata* (Col.) ergaben bei gleicher Versuchsanordnung die äußersten Temperaturgrenzen 1 und 55 Grad. *Notoxus monocerus* (Col.) erträgt Temperaturen von 2 bis 47 Grad.

Nach PENTH, 1952, erreichen bodenbewohnende Heteropteren des Sandgebietes hohe Temperaturen in aktivem Zustand. Entsprechende Kälteresistenzversuche wurden von der Verfasserin nicht gemacht.

Ebenso kommen nach SCHALLER, 1951, Collembolen mit besonderer Wärmeresistenz im Steppenrelikt vor.

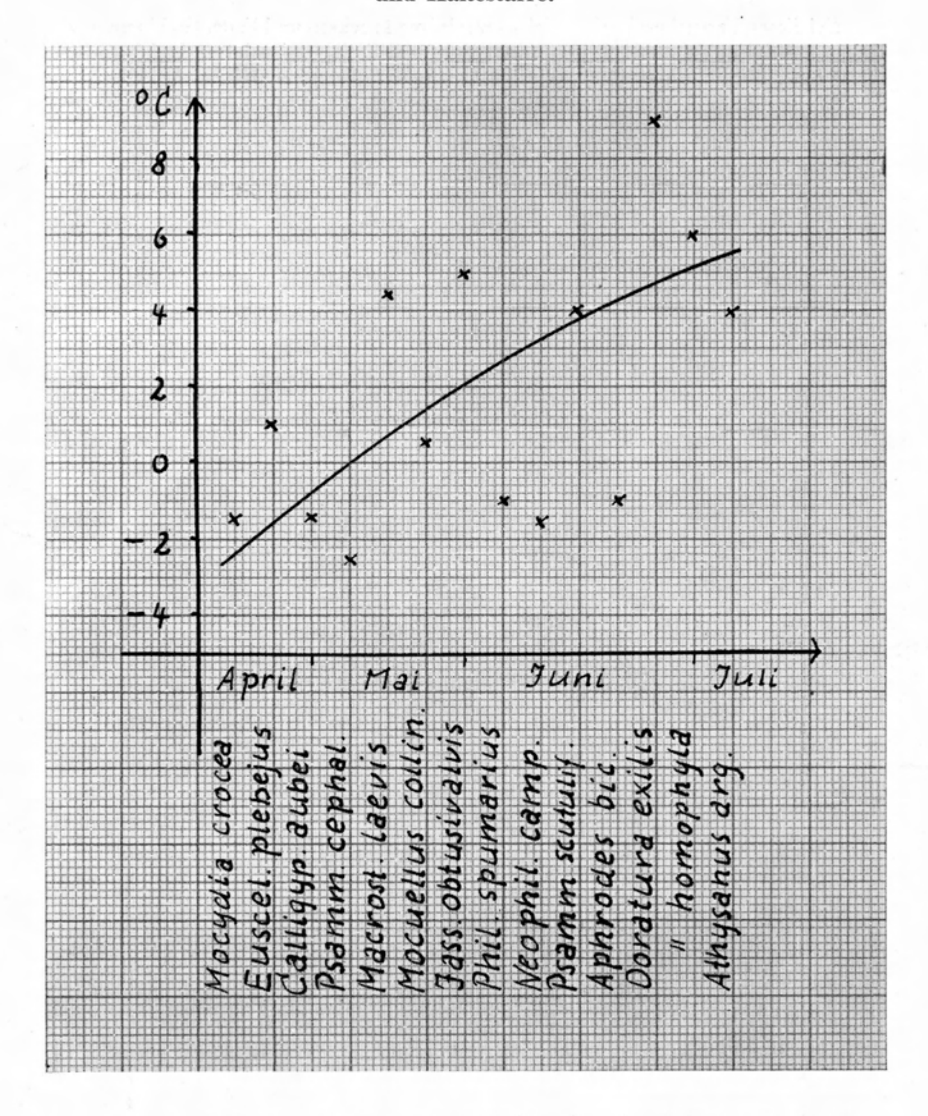
Unter den Zikaden des Steppenreliktes zeichnen sich die Leitformen und Präferenten durch besondere Wärme- und Kälteresistenz aus. An der Spitze stehen *Psammotettix cephalotes*, *Calligypona aubei* und *Mocuellus collinus*.

Diese Befunde stehen in gewissem Gegensatz zu den Ergebnissen von KROGERUS, 1932. Er fand bei ähnlichen Versuchen mit Triebsandarthropoden eine thermophile und eine thermophobe Gruppe. Wie meine vergleichsweisen Untersuchungen mit Arten anderer Biotope zeigen, kann eine solche Einteilung bei den hier bearbeiteten Zikaden nicht vorgenommen werden.

d) Zusammenhang zwischen jahreszeitlichem Auftreten und Temperaturresistenz.

In Tabelle 7 sind Arten der Steppenzönose nach ihrem Auftreten geordnet und dazu die Temperaturen der Kältestarre eingetragen. Dabei

Tabelle 7. **Zusammenhang zwischen jahreszeitlichem Auftreten und Kältestarre.**



zeigt sich im Einklang mit den höheren Temperaturen der fortschreitenden Jahreszeit ein steigendes Wärmebedürfnis der Arten, bzw. eine Abnahme der Resistenz gegen tiefe Temperaturen.

2. Trockenresistenzversuche.

a) Technisches.

Bei diesen Versuchen bediente ich mich einiger Trocken- und Feuchtluftkammern. Diese stellte ich in Petrischalen über trockenem $CaCl_2$ (5% relative Luftfeuchtigkeit) bzw. über Wasser (100% relative Luftfeuchtigkeit) her. Hierzu Abbildung 3.

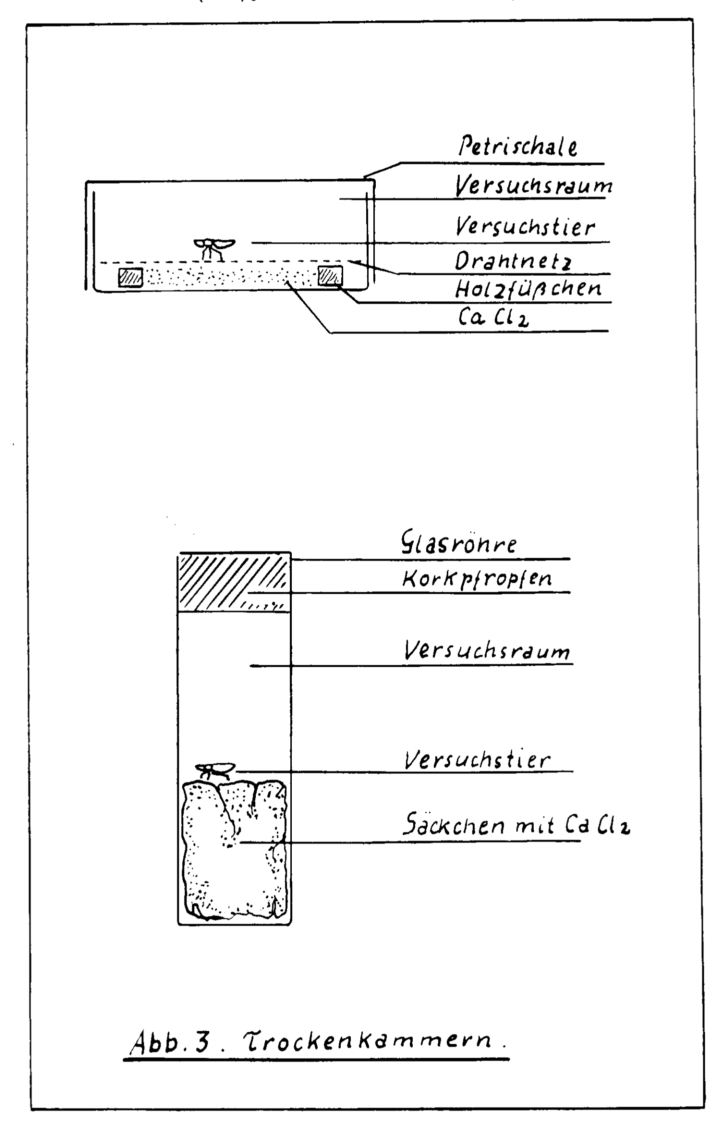


Abb. 3. Trockenkammern.

Ein Fangglas, in das ein Gazesäckchen mit $CaCl_2$ eingelassen war, erwies sich später in der Handhabung als praktischer, da die Versuche im Gelände angesetzt werden konnten.

Als Trockenstarre definiere ich den Zustand, in dem noch Fühler- und Beinbewegungen wahrnehmbar sind, aber auf vorgelegtes Futter keine Reaktion mehr erfolgt.

Tabelle 8.

Wasserverlust in % des Frischgewichtes bei Eintritt der Trockenstarre.

a) Steppentiere:

Psammotettix cephalotes
Mocuellus collinus
Philaenus spumarius
Cercopis vulnerata
Athysanus argentatus
Macrosteles laevis

b) Wald- und Ufertiere:

Mocydia crocea
Aphrophora salicina
Idiocerus stigmaticalis
Alebra wahlbergi
Centrotus cornutus
Calligypona pellucida

Nachdem aus dem Fangnetz eine Anzahl Tiere einer Art ausgesucht war, setzte ich diese zur Hälfte in die Trockenluftkammer ein. Die andere Hälfte wurde getötet und in gut verschlossene Gläser gefüllt. Im Institut stellte ich dann an Hand der getöteten Tiere auf der Analysenwaage das Frischgewicht fest. Bei eingetretener Trockenstarre wurde dann der Rest der Tiere gewogen.

Die Differenz der beiden Gewichte setzte ich (mit geringem Fehler) gleich dem Wasserverlust. Diese Menge des abgegebenen Wassers nehme ich als Maß für die Trockenresistenz der einzelnen Arten. In % des Frischgewichtes ausgedrückt erhält man vergleichbare Werte. Hierzu Tabelle 8 und 9.

Tabelle 9.

Vollständige Wertetabelle der Versuchsergebnisse über Trockenresistenz.

α Frischgewicht in mg, Mittelwert.
α_1 Anzahl der Tiere.
β Gewicht bei Trockenstarre in mg, Mittelwert.
β_1 Anzahl der Tiere.
γ Gewichtsverlust bei Trockenstarre in mg. $\alpha-\beta$.
γ_1 ,, in % des Frischgewichtes. $\frac{\gamma \cdot 100}{\alpha}$
δ Zeit bis zum Eintritt der Trockenstarre in h.

	α	α_1	β	β_1	γ	γ_1	δ
Psammotettix cephalotes ...	1,11	11	0,71	18	0,40	37	8
,, ,, ...	1,07	17	0,65	15	0,42	38	7
Mocuellus colinus	1,5	14	0,96	4	0,54	36	7
Philaenus spumarius	9,2	5	6,1	4	3,1	33	12
Cercopis vulnerata	35,0	2	21,0	2	14,0	33	26
Athysanus argentatus	6,2	4	4,2	4	2,0	33	21
Macrosteles laevis..........	1,0	6	1,0	6	0	0	3
Mocydia crocea	5,4	3	3,6	2	1,8	33	10
Aphrophora salicina........	24,5	6	17,5	3	9,0	28	5
Idiocerus stigmaticalis......	8,1	2	6,0	2	2,1	25	17
Alebra wahlbergi	0,9	6	0,75	4	0,15	16	♂♂ 3 ♀♀ 7
Centrotus cornutus	33,0	2	28,4	2	5,4	14	20
Calligypona pellucida	3,5	4	3,0	2	0,5	14	5

b) Ergebnis und Auswertung.

Die Arten des Steppenbiotopes sind meist resistenter gegen Trockenheit als die Arten des Wald- und Uferbiotopes. Ich möchte die Arten der Steppenzönose xerophil und die Arten der Wald- und Uferzönose mesophil nennen.

Eine bemerkenswerte Ausnahme macht *Macrosteles laevis*, die ausgesprochen hygrophil ist. Die Art gehört in der kurzen Zeit ihres Auftretens zu den häufigsten Steppenzikaden. Am Rheinufer tritt sie in viel geringerer Individuenzahl aber während einer längeren Zeitspanne auf. In diesem Zusammenhang soll erwähnt werden, daß auch SCHALLER, 1951, auf dem Großen Sand hygrophile Collembolen feststellte.

Ein weiteres ausnahmsweises Verhalten zeigt *Mocydia crocea*, die als xerophil anzusehen ist. Dieser Befund, sowie die Resistenz gegen tiefe

Temperaturen, läßt sich mit der Lebensweise gut in Einklang bringen; sie überwintert als Imago auf Koniferen und hat zu dieser Zeit wohl kaum Gelegenheit, Säfte zu saugen.

3. Zikaden und ihre Futterpflanzen.

a) Steppenbiotop.

In diesem Gebiet lassen sich bisweilen feste Bindungen zwischen Zikaden und bestimmten Futterpflanzen feststellen. So leben 4 Arten hier monophag: *Empoasca dumosa* an *Thymus serpyllum*,

Dicraneura aureola an *Thymus serpyllum*,
Laburrus impictifrons an *Artemisia campestris*,
Psammotettix scutuliferus an *Calamagrostis*.

Andere Arten, besonders die azönen und tychozönen, bevorzugen vulgäre Pflanzen. So findet sich häufig *Euscelis plebejus* an *Poa pratensis* und *Philaenus spumarius* an *Oenothera biennis*. Gänzlich polyphag scheinen die übrigen euzönen Arten zu sein. Ich fand sie an fast allen Pflanzenarten, auch an typischen Steppenpflanzen, denen sie bis in die Initialphase folgen. Dies gilt in hohem Maße von *Calligypona aubei* und *Psammotettix cephalotes*.

Allgemein scheinen die Zikaden im Wachsen begriffene Pflanzenbestände als Nahrungsquelle aufzusuchen. So ist es zu verstehen, daß Pflanzen vor der Blütezeit befallen werden. Hierzu Tabelle 10.

Tabelle 10.

Zikaden an Steppenpflanzen.

Einteilung der Steppenpflanzen nach VOLK, 1930, etwas verändert.
Arten mit + sind monophag.

Pflanze	Zikaden
I. Charakterarten:	
Koeleria glauca	Calligypona aubei
	Psammotettix cephalotes
Stipa capillata	Jassargus obtusivalvis
Jurinea cyanoides	Cercopidenlarven
Thymus serpyllum	Calligypna aubei
	Empoasca dumosa +
	Dicraneura aureola +
II. Verbandscharakterarten:	
Artemisia campestris	Empoasca viridula
	Laburrus impictifrons +
Medicago minima	Psammotettix cephalotes
	Philaenus spumarius
Festuca glauca	Calligypona aubei
	Psammotettix cephalotes

III. Begleiter:

Holosteum umbellatum	Cercopidenlarven
Bromus tectorum...............	Psammotettix cephalotes
	Jassargus obtusivalvis
	,, pseudocellaris
	Macrosteles laevis
Oenothera biennis	Philaenus spumarius
	Neophilaenus campestris
Echyum vulgare	Philaenus spumarius
Ononis spinosa	Philaenus spumarius
	Neophilaenus campestris
	Athysanus argentatus
Eryngium campestre	Cercopis vulnerata
	Philaenus spumarius
Calamagrostis epigeios	Psammotettix scutuliferus +

b) Wald- und Uferbiotop.

In diesen beiden Biotopen kommen folgende Nahrungsspezialisten vor:

Aphrophora salicina an *Salix.*
,, *alni* an *Salix* und *Alnus.*
Sagatus punctifrons an *Salix.*

Unter *Pinus* wurde *Grypotes puncticollis* und unter *Populus Indiocerus ustulatus* erbeutet. *Calligypona elegantula* und *Philaenus minor* leben an Waldgräsern. An *Calluna vulgaris* kommt *Calligypona pellucida* vor. (Außerhalb des Untersuchungsgebietes wurde diese Art auf Ödland und Ruderalstellen erbeutet.)

Wie aus diesen Angaben ersichtlich, sind es im Kiefernwald- und Uferbiotop die Charakterarten, die monophag oder oligophag sind.

4. Zwei Zikadenarten als Flugsandtiere.

Wie die Beobachtungen über die Verteilung der Zikaden und über das Verhalten gegenüber den artverteilenden Faktoren zeigen, sind es immer die beiden gleichen Zikadenarten, die sich besonders auszeichnen: *Calligypona aubei* und *Psammotettix cephalotes.* Diese sind dem Steppenrelikt des Großen Sandes potentiell angepaßt. Durch beschriebene Untersuchungen und auf Literaturangaben gestützt, dürften beide Arten als Flugsandtiere bezeichnet werden. Da *Calligypona aubei* nur brachypter vorzukommen scheint, ist sie auch morphologisch an Flugsandbiotope angepaßt.

KAPITEL VIII.

Liste aller erwähnten Zikaden*).

1. *Tachycixius pilosus* OL.
2. *Kelesia ribauti* W. WGN. +
3. *Stenocranus minutus* F.

4. *Eurysa lineata* PERR.
5. *Criomorphus albomarginatus* CURT.
6. *Metropis maura* FIEB.
7. *Calligypona pellucida* F.
8. *Calligypona elegantula* BOH.
9. *Calligypona sordidula* STAL.
10. *Calligypona aubei* PERR.
11. *Calligypona exigua* BOH.
12. *Calligypona albicollis* MOTSCH.
13. *Dictyophora europaea* L.
14. *Issus coleoptratus* GEOFFR.
15. *Agallia venosa* FALL.
16. *Idiocerus stigmaticalis* LEW.
17. *Idiocerus ustulatus* M. R.
18. *Alebra wahlbergi* BOH.
19. *Empoasca viridula* FALL.
20. *Empoasca dumosa* RIB.
21. *Eupterix atropunctata* GZ.
22. *Typhlocyba rosae* EDW.
23. *Erythoneura parvula* BOH. +
24. *Erythroneura rhamni* FERR.
25. *Erythroneura flammigera* GFF.
26. *Dicraneura mollicula* BOH.
27. *Dicraneura aureola* FALL.
28. *Dicraneura variata* HARDY.
29. *Dicraneura forcipata* FLOR.
30. *Aphrodes bicinctus* SCHRK.
31. *Aphrodes bifasciatus* L.
32. *Aphrodes trifasciatus* GFF.
33. *Aphrodes fuscofasciatus* GOEZE.
34. *Euacanthus interruptus* L.
35. *Cicadula viridis* L.
36. *Eupelix cuspidata* F.
37. *Penthimia nigra* GOEZE.
38. *Grypotes puncticollis* H. S.
39. *Fieberiella flori* STAL.
40. *Doratura stylata* BOH.
41. *Doratura homophyla* FLOR.
42. *Doratura exilis* HORV.
43. *Deltocephalus schmidtgeni* W. WGN. ++
44. *Deltocephalus pulicaris* FALL.
45. *Limotettix intractabilis* KONTK. ++
46. *Rhystistylus proceps* KB.
47. *Jassargus obtusivalvis* KB.
48. *Jassargus pseudocellaris* FLOR.
49. *Turrutus socialis* FLOR.
50. *Errastunus ocellaris* FALL.
51. *Arocephalus languidus* FLOR.
52. *Psammotettix cephalotes* H. S.

53. *Psammotettix scutuliferus* W. WGN. (= *poecilus* FLOR.)
54. *Mocuellus collinus* BOH.
55. *Graphocaerus ventralis* FALL.
56. *Euscelis plebejus* FALL.
57. *Euscelis variegatus* KB.
58. *Laburrus impictifrons* BOH.
59. *Streptanus marginatus* KB.
60. *Artianus interstitialis* GERM.
61. *Athysanus argentatus* F.
62. *Allygus mixtus* F.
63. *Allygus modestus* SCOTT.
64. *Thamnotettix confinis* ZETT.
65. *Thamnotettix dilutior* KB.
66. *Mocydia crocea* H. S.
67. *Mocydiopsis attenuata* GERM.
68. *Rhapolopyx vitripennis* FLOR.
69. *Elymana sulphurella* ZETT.
70. *Sagatus punctifrons* FALL.
71. *Macrosteles laevis* RIB. +
72. *Balclutha punctata* THUNBG.
73. *Centrotus cornutus* L.
74. *Philaenus spumarius* L.
75. *Philaenus minor* KB.
76. *Neophilaenus campestris* FALL.
77. *Lepyronia coleoptrata* L.
78. *Aphrophora alni* FALL.
79. *Aphrophora salicina* HPT.
80. *Cercopis vulnerata* ILLIG.
81. *Cercopis dorsata* GERM.

*) Die systematische Reihenfolge ist der Arbeit WAGNERS, 1951 a, über Phylogenie der Zikaden entnommen.

Arten mit + sind neu für das Mainzer Becken.

Arten mit ++ sind neu für Deutschland. Alle diese Arten befinden sich in meiner Sammlung. Eine fast vollständige Duplikatsammlung habe ich dem Zoologischen Institut der Universität Mainz übergeben.

Zusammenfassung.

1. Einleitend wird das Untersuchungsgebiet der Mainzer Sande floristisch und faunistisch charakterisiert.
2. Alsdann wird die Zikadenfauna der Mainzer Sande beschrieben. Dies geschieht in qualitativer und quantitativer Beziehung, sowie im Hinblick auf die räumliche und zeitliche Gliederung der Zikadenzönosen. Eine Steppenzönose wird dabei einer Kiefernwaldzönose gegenübergestellt.
3. Eigene Untersuchungsergebnisse im Vergleich mit Angaben anderer Autoren ermöglichen eine Betrachtung über Biotopzugehörigkeit und -bindung der Arten der Steppenzönose.

4. Bei eigenen Temperatur- und Trockenresistenzversuchen wurden die meisten Steppenarten als eurytherm und xerophil befunden. Wald- und Uferarten dagegen sind stenotherm für mittlere Temperaturbereiche und mesophil.
5 Auf Grund von eigenen Untersuchungsergebnissen und Literaturangaben wurde der Vorschlag gemacht, *Calligypona aubei* und *Psammotettix cephalotes* als Flugsandtiere zu benennen.
6. Bei vergleichsweisen Untersuchungen im Laubwald wurde eine weitere Art im Lückensystem der Moose entdeckt: *Eupelix cuspidata.*
7. Im Untersuchungsgebiet wurden folgende Arten gefunden, die neu für Deutschland sind: *Deltocephalus schmidtgeni* W. Wgn. und *Limotettix intractabilis* Kontk.

   Neu für das Mainzer Becken sind folgende Arten:

   Kelesia ribauti W. Wgn., *Erythroneura parvula* Boh. und *Macrosteles laevis* Rib.

ANHANG.

Die Steppenzönose des Großen Sandes unter menschlichem Einfluß.

Der Große Sand wurde von jeher als Truppenübungsplatz benutzt. Wenn seit 1951 wieder erhöhte Truppentätigkeit dort stattfindet, so ist dies von besonderer Bedeutung für die Lebewelt des Steppenreliktes. Die moderne Kriegsmaschinerie vermag die gesamte Zönose in kurzer Zeit viel stärker zu zerschlagen, als das je der „Soldatenstiefel" früherer Zeiten vermochte. So ist z. B. in den breiten „tanktrails" die Pflanzen- und Tierwelt vollkommen vernichtet.

Durch diese besonderen Umstände bietet sich die Gelegenheit, die Widerstandsfähigkeit der Steppenzönose zu untersuchen. Im folgenden wird der Versuch gemacht, die Frage nach der Widerstandsfähigkeit zu beantworten. Dies soll vor allem nach folgenden beiden Richtungen geschehen:

1. Welche Elemente sind am widerstandsfähigsten gegen die Eingriffe?
2. In welchem Sinne reguliert sich das gestörte biozönotische Gleichgewicht wieder ein?

Durch die Truppentätigkeit gehen alle Laubgehölze, wie Pappeln, Robinien, Rosen, Schlehen und Eichen stark zurück. Ebenso leidet *Oenothera biennis* sehr unter dem störenden Einfluß.

Viel widerstandsfähiger sind dagegen die eigentlichen Steppenelemente. Ebenso wie die Horste von *Koeleria glauca* mit dem gleitenden Sand in die Bombentrichter hineinwandern, so vermögen sie auch weiter zu wachsen, wenn sie durch die Ketten der Raupenfahrzeuge beiseite geschoben werden. Ferner werden Geophyten selten ganz aus dem Boden gerissen. Sie vermögen immer wieder ihre verlorenen Triebe zu ersetzen.

So halten *Artemisia campestris* und *Ononis repens* trotz schwerer Beschädigungen ihren alten Standort.

Noch besser als durch das Verhalten einzelner Arten kann die Widerstandskraft der Biozönose in den neu entstehenden Initialphasen beurteilt werden. Dort findet man nicht etwa Ruderalpflanzen der Nachbarbiotope sondern die Vertreter der natürlichen Initialphase dieser Steppe: *Corispermum yssopifolium* und *Salsola kali.* Überhaupt kommen Therophyten gegenüber früheren Jahren reicher zur Entfaltung, so *Euphrasia lutea* und *Phleum arenarium.* Offensichtlich reguliert sich das gestörte Gleichgewicht im Sinne der Erhaltung der Steppe wieder ein.

Es ist bemerkenswert, daß bei langfristigem Eingriff durch Obstanlagen oder Kiefernbewaldung der Steppencharakter anscheinend verlorengeht. In dem ehemaligen Kiefernwald und in den ehemaligen Obstgärten, in denen auch durch Truppentätigkeit freie Sandflächen entstehen, finden sich als häufigste Pionierpflanzen *Chenopodium album, Diplotaxis tenuifolia, Agropyron repens, Panicum sanguinale, Setaria viridis* und *Polygonum aviculare.* Dies sind Arten, die im Gefolge der Kultivierungsmaßnahmen des Menschen stehen.

Was die Tierwelt anbetrifft, so sind die Kaninchen stark zurückgegangen. Die typischen Vögel, an der Spitze der Wiedehopf, auch Heidelerchen und Hänflinge findet man nach wie vor im Gebiet.

Orthopteren sind in vielen Arten vertreten.

Von den im Hochsommer 1952 erbeuteten Heteropteren sei eine Auswahl der charakteristischsten gegeben:

Geocoris ater,	osteuropäische Reliktfauna.
Gonionotus marginepunctatus,	,, ,, .
Graphosoma italicum,	mediterrane Fauna.
Neottiglossa leporina,	,, ,, .
Brachypelta aterrima,	typisch für Sandboden.
Pionosomus varius,	,, ,, ,, .
Raglius quadratus,	,, ,, ,, .
Coranus subapterus,	,, ,, ,, .

Die Zikaden stehen z. Z. in Arten- und Individuenzahl hinter den Wanzen zurück. Es wurden im Hochsommer 1952 noch folgende Arten festgestellt:

Philaenus campestris,	osteuropäische Art.
Athysanus argentatus,	,, ,, .
Fulgora europaea,	mediterrane Art.
Calligypona aubei	typisch für Flugsandgebiet.
Psammotettix cephalotes,	,, ,, ,, .
Doratura homophyla,	typisch für sonnige Lagen
Deltocephalus pulicaris,	,, ,, ,, ,, .
Agallia venosa,	,, ,, ,, ,, .

Euscelis impictifrons, an Artemisia campestris gebunden.
Philaenus spumarius, eurytp.
Aphrodes bicinctus, „ .

Wie schon aus diesen Listen über Heteropteren und Homopteren zu ersehen ist, fehlt es z. Z. noch nicht an typischen Arten unter der Rhynchotenfauna.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß durch Truppentätigkeit die Steppenzönose bis jetzt nur quantitativ nicht aber qualitativ verändert wurde.

LITERATURVERZEICHNIS.

BURCK, O: Die Flora des Frankfurt-Mainzer Beckens. — Abh. d. Senckenbergischen Naturforschenden Ges., **453**, Frankfurt am Main 1941.

JÄNNICKE, W.: Die Sandflora von Mainz, ein Relikt aus der Steppenzeit. — Darmstadt 1892.

HAUPT: Cicadinen. — Brohmer, Ehrmann, Ulmer. Tierwelt Mitteleuropas.

KIRSCHBAUM, C. L.: Die Cicadinen der Gegend von Wiesbaden und Frankfurt a. M. — Jber. d. Nass. Vereins f. Naturkunde **21/22**, Wiesbaden 1867/68.

KONTKANEN: Quantitative and seasonal studies on the leafhopper fauna of the field stratum and open areas in the North Karelia. — Vanamo, 1950.

KROGERUS, G.: Über die Ökologie und die Verbreitung der Arthropoden der Triebsandgebiete an der Küste Finnlands. — Acta zool. fenn. **12**, 1932.

KÜHNELT, W.: Aufgaben und Arbeitsweise der Ökologie der Landtiere. — Der Biologe **9**, 1940.

KÜHNELT, W.: Über Beziehungen zwischen Tier- und Pflanzengesellschaften. — Biol. Gen. **17**, 1944.

KÜMMEL, K.: Pflanzensoziologische Untersuchungen im Mainzer Sand. — Jber. d. Nass. Vereins f. Naturkunde **82**, 1935.

KUNTZE: Die Zikaden Mecklenburgs, eine faunistisch-ökologische Untersuchung. — Arch. Nat. Gesch., Leipzig 1937.

MEUSEL: Vergleichende Arealkunde. — Berlin 1943.

OSSIANNILSSON: Insekt Drummers. — Opuscula entomologica supplementum **10**, 1949.

PENTH, M.: Zur Ökologie der Heteropteren des Mainzer Sandes. — Zool. Jahrb. Syst., Jena 1952.

RABELER, W.: Die Tiergesellschaften der trockenen Calluna-Heiden in Norddeutschland. — Jber. d. Nat. hist. Ges. **94/98**, Hannover 1947.

RAWITSCHER, F.: Wohin stechen die Pflanzenläuse? — Zeitschrift f. Botanik **26**, 1933.

RIBAUT, H.: Typhlocybidae. — Faune de France **31**, 1936.

RIBAUT, H.: Viele Separate. — Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse.

SCHALLER, F.: Zur Ökologie der Collembolen des Mainzer Sandes. — Zool. Jber. Syst. **79**, Jena 1951.

STADLER, H.: Der Lauer in Franken. — Der Naturforscher, 1927.

TISCHLER, W.: Grundzüge der terrestrischen Tierökologie. — Braunschweig 1949.

TISCHLER, W.: Biozönotische Untersuchungen an Wallhecken. — Zool. Jber. Syst. **77/5**, 1948.

TISCHLER, W.: Biozönotische Untersuchungen an Ruderalstellen. — Zool. Jber. Syst., 1952.

VOLK, O. H.: Beiträge zur Ökologie der Sandvegetation der oberrheinischen Tiefebene. — Zeitschrift f. Botanik **24**, 1931.

WAGNER, W.: Zikaden der Nordmark und Nordwestdeutschlands. — Verhandl. d. Ver. f. naturw. Heimatforschung **24**, Hamburg 1935.

WAGNER, W.: Die Zikaden des Mainzer Beckens. — Jber. d. Nass. Vereins f. Naturkunde **86**, Wiesbaden 1939.

WAGNER, W.: Beitrag zur Phylogenie und Systematik der Cicadellidae (Jassidae) Nord- und Mitteleuropas. — Societas Scientiarum Fennica. Commentationes Biologicae **XII/2**, Helsingfors 1951. (1951 a).

WAGNER, W.: Verzeichnis der bisher in Unterfranken gefundenen Zikaden. — Nachr. d. Naturw. Museums der Stadt Aschaffenburg **33**, Achaffenburg 1951. (1951 b).

WEBER, HERMANN: Homoptera, Pflanzensauger. — Biologie der Tiere Deutschlands **31**, 1935.

WEBER, HEINRICH: Das Naturschutzgebiet „Mainzer Sand“. — Kosmos Jg. **1952/3**, 1952.